

JP6-283403-A



MACHINE-ASSISTED TRANSLATION (MAT):

(19) 【発行国】 日本国特許庁 (J P)	(19)[ISSUING COUNTRY] Japan Patent Office (JP)
(12) 【公報種別】 公開特許公報 (A)	(12)[GAZETTE CATEGORY] Laid-open Kokai Patent (A)
(11) 【公開番号】 特開平 6 -- 2 8 3 4 0 3	(11)[KOKAI NUMBER] Unexamined Japanese Patent Heisei 6-283403
(43) 【公開日】 平成 6 年 (1 9 9 4) 1 0 月 7 日	(43)[DATE OF FIRST PUBLICATION] October 7, Heisei 6 (1994. 10.7)
(54) 【発明の名称】 面位置設定装置	(54)[TITLE of the Invention] Surface positioning apparatus
(51) 【国際特許分類第 5 版】 H01L 21/027 G03B 27/32 8102-2K G03F 9/00 7316-2H	(51)[IPC Int. Cl. 5] H01L 21/027 F G03B 27/32 F 8102-2K G03F 9/00 H 7316-2H
【 F I 】 H01L 21/30 311 N 7352-4M	[FI] H01L 21/30 311 N 7352-4M
【審査請求】 未請求	[REQUEST FOR EXAMINATION] No
【請求項の数】 5	[NUMBER OF CLAIMS] 5
【出願形態】 O L	[FORM of APPLICATION] Electronic

JP6-283403-A



【全頁数】 21

[NUMBER OF PAGES] 21

(21) 【出願番号】

特願平5-67271

(21)[APPLICATION NUMBER]

Japanese Patent Application Heisei 5-67271

(22) 【出願日】

平成5年(1993)3月26日

(22)[DATE OF FILING]

March 26, Heisei 5 (1993. 3.26)

(71) 【出願人】

(71)[PATENTEE/ASSIGNEE]

【識別番号】

000004112

[ID CODE]

000004112

【氏名又は名称】

株式会社ニコン

[NAME OR APPELLATION]

Nikon Corp.

【住所又は居所】

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

[ADDRESS or DOMICILE]

(72) 【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】

西 健爾

[NAME OR APPELLATION]

Nishi Takechika

【住所又は居所】

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

[ADDRESS or DOMICILE]

(74) 【代理人】

(74)[AGENT]

【弁理士】

[PATENT ATTORNEY]

【氏名又は名称】

[NAME OR APPELLATION]

大森 聡

Omori Satoshi

(57) 【要約】**(57)[ABSTRACT of the Disclosure]****【目的】**

スリットスキャン露光方式の投影露光装置において、感光基板の露光面を投影光学系の像面に対して高精度に合わせ込む。

[PURPOSE]

In the projection aligner of a slit scan exposure system, the exposure surface of a photosensitive base plate is adjusted with high precision to the image surface of a projection optical system.

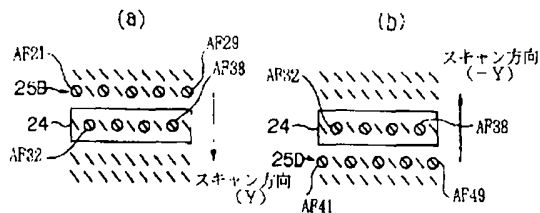
【構成】

スリット状の露光フィールド 24 に対してウエハを Y 方向に走査して露光を行う場合には、走査方向に対して手前の第 2 列 25 B 内のサンプル点 AF 21 ～ AF 29 及び露光フィールド 24 内のサンプル点 AF 32 ～ AF 38 で得られたフォーカス位置の情報からウエハのレベルリング及びフォーカシングの制御を行う。また、ウエハを -Y 方向に走査して露光を行う場合には、走査方向に対して手前の第 4 列 25 D 内のサンプル点 AF 41 ～ AF 49 及び露光フィールド 24 内のサンプル点 AF 32 ～ AF 38 で得られたフォーカス位置の情報からウエハのレベルリング及びフォーカシングの制御を行う。

[CONSTITUTION]

In exposing by scanning a wafer to a Y-direction to the slit exposure field 24, it performs leveling of a wafer, and the control of a focusing from the information on the focal position obtained by sample point AF21-AF29 in front (to scanning direction) 2nd row 25B, and sample point AF32-AF38 in the exposure field 24.

Moreover, in exposing by scanning a wafer to -Y-direction, it performs leveling of a wafer, and the control of a focusing from the information on the focal position obtained by sample point AF41-AF49 in front 4th row 25D (as opposed to a scanning direction), and sample point AF32-AF38 in the exposure field 24.



The scanning direction (Y)

The scanning direction (-Y)

【特許請求の範囲】

[CLAIMS]

【請求項 1】

露光光で所定形状の照明領域を照明する照明光学系と、前記照明領域に対して露光用のパターンが形成されたマスクを走査するマスク側ステージと、前記照明領域内の前記マスクのパターンを感光基板上に投影する投影光学系と、前記マスクと同期して前記感光基板を走査する基板側ステージとを有する露光装置に設けられ、前記感光基板の露光面を前記投影光学系の像面に平行に合わせ込むための面位置設定装置であって、前記感光基板が走査される方向に交差する方向の複数の点を含む複数の計測点において前記感光基板の前記投影光学系の光軸に平行な方向の高さをそれぞれ計測する多点計測手段と、該多点計測手段の計測結果より前記感光基板の露光面と前記投影光学系の像面との間の傾斜角の差分を求める演算手段と、

[CLAIM 1]

A surface positioning apparatus, which is provided in the exposure apparatus which has the illumination optical system which illuminates the illumination area of a fixed shape with an exposure light, the mask side stage which scans the mask in which the pattern for exposure was formed to said illumination area, the projection optical system which projects the pattern of said mask in said illumination area on a photosensitive base plate, and the base-plate side stage which scans said photosensitive base plate synchronizing with said mask, it is a surface positioning apparatus for putting together the exposure side of said photosensitive base plate in parallel with the image surface of said projection optical system, comprised such that multipoint measurement means to measure the height of a direction parallel to the optic axis of said projection optical system of said photosensitive base plate in two or more measure points including two or more points of the direction which crosses in the direction in which said photosensitive base plate is scanned, respectively, the arithmetic

前記基板側ステージに設けられ、前記演算手段により求められた前記傾斜角の差分に基づいて、前記感光基板の前記走査の方向の傾斜角及び前記走査の方向に直交する方向の傾斜角を設定する傾斜設定ステージとを有し、
該傾斜設定ステージが前記感光基板の前記走査の方向の傾斜角を設定するときの応答速度と、前記走査の方向に直交する方向の傾斜角を設定するときの応答速度とを異ならしめたことを特徴とする面位置設定装置。

【請求項 2】

前記多点計測手段は、前記基板側ステージを介して前記感光基板が走査されているときに、前記基板側ステージの位置基準で前記複数の計測点における前記感光基板の高さをサンプリングすることを特徴とする請求項 1 記載の面位置設定装置。

【請求項 3】

前記多点計測手段は、前記所定形状の照明領域と前記投影光学系に関して共役な露光領域内の複数の点及び前記共役な露光

means which calculates for the difference of the tilt angle between the exposure side of said photosensitive base plate, and the image surface of said projection optical system from the measured result of this multipoint measurement means, the inclination setting stage which is established in said base-plate side stage, and sets up the tilt angle of the direction of said scan of said photosensitive base plate, and the tilt angle of a direction which orthogonalizes in the direction of said scan based on the difference of said tilt angle required by said arithmetic means

It has these, the response speed in case this inclination setting stage sets up the tilt angle of the direction of said scan of said photosensitive base plate was made to differ from the response speed when setting up the tilt angle of an orthogonal direction in the direction of said scan.

[CLAIM 2]

A surface positioning apparatus of Claim 1, in which said multipoint measurement means sample the height of said photosensitive base plate in these measure points by the datum reference of said base-plate side stage, when said photosensitive base plate is scanned through said base-plate side stage.

[CLAIM 3]

A surface positioning apparatus of Claim 1 or 2, in which said multipoint measurement means measure the height of said photosensitive base plate in two or more measure points which are

領域内に対して前記感光基板が走査される際の手前の領域内の複数の点よりなる複数の計測点において、前記感光基板の高さをそれぞれ計測することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の面位置設定装置。

made of two or more points related with the illumination region and said projection optical system of the form of said place fixed form in a conjugate light-exposing_region, and two or more points in the region of the foreground at the time of said photosensitive base plate being scanned to the inside of said conjugate light-exposing_region, respectively.

【請求項 4】

前記多点計測手段は、前記感光基板の 1 つのショット領域へ順次前記マスクのパターンを露光する過程において、順次前記複数の計測点の位置を変化させることを特徴とする請求項 1 記載の面位置設定装置。

[CLAIM 4]

A surface positioning apparatus of Claim 1, in which said multipoint measurement means change the position of these measure points to one shot_region of said photosensitive base plate in order in the process which exposes the pattern of said mask in order.

【請求項 5】

露光光で所定形状の照明領域を照明する照明光学系と、前記照明領域に対して露光用のパターンが形成されたマスクを走査するマスク側ステージと、前記照明領域内の前記マスクのパターンを感光基板上に投影する投影光学系と、前記マスクと同期して前記感光基板を走査する基板側ステージとを有する露光装置に設けられ、前記感光基板の露光面の高さを前記投影光学系の像面に合わせ込むための面位置設定装置であって、前記所定形状の照明領域と前記投影光学系に関して共役な露光領域及び該露光領域に対して前

[CLAIM 5]

It is provided in the exposure apparatus which has the illumination optical system which illuminates the illumination area of a fixed shape with an exposure light, the mask side stage which scans the mask in which the pattern for exposure was formed to said illumination area, the projection optical system which projects the pattern of said mask in said illumination area on a photosensitive base plate, and the base-plate side stage which scans said photosensitive base plate synchronizing with said mask, it is a surface positioning apparatus for putting together the height of the exposure side of said photosensitive base plate with the image surface of said projection optical system, comprised such that in the fixed measure point in the measurement region which is made of a

記感光基板が走査される際の手前の領域よりなる計測領域内の所定の計測点において、前記感光基板の前記投影光学系の光軸に平行な方向の高さを計測する高さ計測手段と、

前記感光基板を走査した際に前記高さ計測手段により得られる複数の高さ計測結果の内の、最大値及び最小値に基づいて前記感光基板の露光面の平均的な高さとの差分を求める演算手段と、

前記基板側ステージに設けられ、前記演算手段により求められた前記高さの差分に基づいて、前記感光基板の高さを設定する高さ設定ステージとを有することを特徴とする面位置設定装置。

conjugate light-exposing_region related the illumination region and said projection optical system of the form of said place fixed form, and front region at the time of said photosensitive base plate being scanned to this light-exposing_region, height measurement means to measure the height of a direction parallel to the optical axis of said projection optical system of said photosensitive base plate, the arithmetic means which calculates for the difference of the height with the exposure surface of said photosensitive base plate average based on the maximum value and the minimum value of two or more height measured results obtained by said height measurement means, and the height of the image surface of said projection optical system when said photosensitive base plate was scanned, the height setting stage which is established in said base-plate side stage, and sets up the height of said photosensitive base plate based on the difference of said height found by said arithmetic means, the surface positioning apparatus characterized by having these.

【発明の詳細な説明】

[DETAILED DESCRIPTION of the INVENTION]

【 0 0 0 1 】

[0001]

【産業状の利用分野】

[Industry-like application]

本発明は、例えばスリットスキヤン露光方式の投影露光装置のオートフォーカス機構又はオートレベリング機構に適用して好

This invention relates to the auto-focusing mechanism of the projection aligner of a slit scan exposure system, or the surface positioning apparatus suitably used for an auto

適な面位置設定装置に関する。 leveling mechanism.

【 0 0 0 2 】

[0002]

【従来の技術】

半導体素子、液晶表示素子又は薄膜磁気ヘッド等をフォトリソグラフィ工程で製造する際に、フォトマスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）のパターンを感光材が塗布された基板（ウェハ、ガラスプレート等）上に転写する投影露光装置が使用されている。従来の投影露光装置としては、ウェハの各ショット領域を順次投影光学系の露光フィールド内に移動させて、各ショット領域に順次レチクルのパターン像を露光するというステップ・アンド・リピート方式の縮小投影型露光装置（ステッパー）が多く使用されていた。

[PRIOR ART]

When manufacturing a semiconductor element, a liquid crystal display element, or a thin-film magnetic head in a photolithography process, the projection aligner which transfers the pattern of a photo mask or a reticule (it is hereafter named "reticule" generically) on the base plates (wafer, glass plate, etc.) applied to the photosensitive material is used.

As a conventional projection aligner, the reduction projection aligner (stepper) of the step * and * repeat system of moving each shot_region of a wafer into the exposure field of a projection optical system in order, and exposing the pattern image of a reticule in order to each shot_region was used in many cases.

【 0 0 0 3 】

[0003]

図 2 0 は従来のステッパーの要部を示し、この図 2 0 において、図示省略された照明光学系からの露光光 E L のもとで、レチクル 5 1 上のパターンの像が投影光学系 5 2 を介してフォトレジストが塗布されたウェハ 5 3 上の各ショット領域に投影露光される。ウェハ 5 3 は、Z レベリングステージ 5 4 上に保持され、Z レベリングステージ 5 4

FIG. 20 shows the conventional stepper's principal part, in this FIG. 20, under the exposure light E L from the illumination optical system by which the illustration abbreviation was carried out, the projection exposure of the image of the pattern on reticule 51 is carried out to each shot_region on wafer 53 with which the photo resist was applied through the projection optical system 52.

Wafer 53 is maintained on Z leveling stage 54, it mounts Z leveling stage 54 on the wafer side

はウエハ側XYステージ55の上に載置されている。ウエハ側XYステージ55は、投影光学系52の光軸AX1に垂直な平面(XY平面)内でウエハ53の位置決めを行い、Zレベリングステージ54は、ウエハ53の露光面のフォーカス位置(光軸AX1に平行な方向の位置)及びその露光面の傾斜角を指定された状態に設定する。

【0004】

また、Zレベリングステージ54上に、移動鏡56が固定されている。外部のレーザ干渉計57からのレーザビームがその移動鏡56で反射され、ウエハ側XYステージ55のX座標及びY座標がレーザ干渉計57により常時検出され、これらX座標及びY座標が主制御系58に供給されている。主制御系58は、駆動装置59を介してウエハ側XYステージ55及びZレベリングステージ54の動作を制御することにより、ステップ・アンド・リピート方式でウエハ53上の各ショット領域に順次レチクル51のパターン像を露光する。

【0005】

この際、レチクル51上のパターン形成面(レチクル面)とウエハ53の露光面とは投影光学

XY stage 55.

The wafer side XY stage 55 positions wafer 53 within a flat surface (XY flat surface) perpendicular to the optical axis AX1 of the projection optical system 52, z leveling stage 54 is set as the state where the focal position (position of a direction parallel to an optical axis AX1) of the exposure surface of wafer 53 and the tilt angle of the exposure surface were designated.

[0004]

Moreover, the transfer mirror 56 is being fixed on Z leveling stage 54.

The laser beam from the external laser interferometer 57 is reflected in the transfer mirror 56, a laser interferometer 57 always detects the x coordinate and y coordinate of the wafer side XY stage 55, these x coordinates and a y coordinate are supplied to the main-control group 58.

The main-control group 58 exposes the pattern image of reticule 51 in order to each shot_region on wafer 53 by a step * and * repeat system by controlling an operation of the wafer side XY stage 55 and Z leveling stage 54 through a drive unit 59.

[0005]

In this case, the pattern formation side on reticule 51 (reticule side) and the exposure side of wafer 53 need to be conjugate about the

系 5 2 に関して其役になっている必要があるが、投影倍率が高く、焦点深度が大きい為にレチクル面はあまり変動しない。そこで、従来は一般に、斜め入射型の多点のフォーカス位置検出系によってウエハ 5 3 の露光面が投影光学系 5 2 の像面に焦点深度の範囲内で合致しているかどうか(合焦しているかどうか)のみを検出し、ウエハ 5 3 の露光面のフォーカス位置及び傾斜角の制御を行っていた。

【 0 0 0 6 】

従来の多点のフォーカス位置検出系において、露光光 E L とは異なりウエハ 5 3 上のフォトレジストを感光させない照明光が、図示省略された照明光源から光ファイバ束 6 0 を介して導かれている。光ファイバ束 6 0 から射出された照明光は、集光レンズ 6 1 を経てパターン形成板 6 2 を照明する。パターン形成板 6 2 を透過した照明光は、レンズ 6 3、ミラー 6 4 及び照射対物レンズ 6 5 を経てウエハ 5 3 の露光面に投影され、ウエハ 5 3 の露光面にはパターン形成板 6 2 上のパターンの像が光軸 A X 1 に対して斜めに投影結像される。ウエハ 5 3 で反射された照明光は、集光対物レンズ 6 6、回転方向振動板 6 7 及び結像レンズ 6 8 を経て受光器 6

projection optical system 52.

However, since a projection multiplying factor is high and depth of focus is large, a reticule side is seldom fluctuated.

Then, generally it is detected conventionally whether the exposure surface of wafer 53 coincides within the range of depth of focus in the image surface of the projection optical system 52 by the focal position detection system of an oblique-incidence type multipoint (is it focusing or not?), the focal position of the exposure side of wafer 53 and the control of tilt angle were performed.

[0006]

In the focal position detection system of the conventional multipoint, the illumination light which does not expose the photo resist on wafer 53 unlike the exposure light EL is drawn through the optical-fiber flux 60 from the illumination light source by which the illustration abbreviation was carried out.

The illumination light emitted from the optical-fiber flux 60 illuminates the pattern form board forming 62 passing through condenser 61.

The illumination light which permeated the pattern form board forming 62 is projected on the exposure surface of wafer 53 passing through lens 63, mirror 64, and the irradiation objective lens 65, the projection image formation of the image of the pattern on the pattern form board forming 62 is aslant carried out to an optical axis AX1 in the exposure surface of wafer 53.

The illumination light reflected with wafer 53 is

9に受光面に再投影され、受光器69の受光面には、パターン形成板62上のパターンの像が再結像される。この場合、主制御系58は加振装置70を介して回転方向振動板67に後述のような振動を与え、受光器69の多数の受光素子からの検出信号が信号処理装置71に供給され、信号処理装置71は、各検出信号を加振装置70の駆動信号で同期検波して得た多数のフォーカス信号を主制御系58に供給する。

re-projected on a light receiver 69 at a light-receiving surface passing through the condensing objective lens 66, the rotation-direction diaphragm 67, and the image formation lens 68, the light-receiving surface of a light receiver 69 re-image-forms the image of the pattern on the pattern form board forming 62.

In this case, the main-control group 58 gives a vibration like the after-mentioned to the rotation-direction diaphragm 67 through the vibration excitation apparatus 70, and the detecting signal from many light receiving elements of photodetector 69 is supplied to the signal-processing apparatus 71, the signal-processing apparatus 71 supplies many focal signals which carried out the synchronous detection of each detecting signal, and acquired it by the drive signal of the vibration excitation apparatus 70 to the main-control group 58.

【0007】

図21(b)は、パターン形成板62上に形成された開口パターンを示し、この図21(b)に示すように、パターン形成板62上には十字状に9個のスリット状の開口パターン72-1〜72-9が設けられている。それらの開口パターン72-1〜72-9はウエハ53の露光面に対してX軸及びY軸に対して45°で交差する方向から照射されるため、ウエハ53の露光面上の投影光学系52の露光フィールド内での、それら開口

[0007]

FIG.21(b) shows the opening pattern formed on the pattern form board forming 62, on the pattern form board forming 62, nine slit opening patterns 72-1-72-9 are provided at the cross shape as shown in this FIG.21(b).

Since those opening patterns 72-1-72-9 are irradiated from the direction which crosses by 45° to the X-axis and a Y-axis to the exposure surface of wafer 53, projection image AF1-AF9 of these opening pattern 72-1-72-9 in the exposure field of the projection optical system 52 of the exposure surface of wafer 53 becomes an arrangement as shown in FIG.21(a).

パターン 72-1～72-9 の各投影像 AF1～AF9 は図 21(a) に示すような配置になる。図 21(a) において、投影光学系 52 の円形の照明視野に内接して最大露光フィールド 74 が形成され、最大露光フィールド 74 内の中央部及び 2 個の対角線上の計測点 AF1～AF9 にそれぞれスリット状の開口パターンの投影像が投影されている。

【0008】

図 21(c) は、受光器 69 の受光面の様子を示し、この図 21(c) に示すように、受光器 69 の受光面には十字型に 9 個の受光素子 75-1～75-9 が配置され、各受光素子 75-1～75-9 の上にはスリット状の開口を有する遮光板（図示省略）が配置されている。そして、図 21(a) の各計測点 AF1～AF9 上の像がそれぞれ受光器 69 の各受光素子 75-1～75-9 の上に再結像されている。この場合、図 20 のウエハ 53 の露光面（ウエハ面）で反射された照明光は、集光対物レンズ 66 の瞳位置に存在すると共に図 20 の紙面にほぼ垂直な軸の回りに振動（回転振動）する回転方向振動板 67 に反射されるため、図 21(c) に示すように、受光器 69 上では各

In FIG.21(a), it is inscribed in the circular illumination visual field of the projection optical system 52, and the maximum exposure field 74 is formed, the projection image of a slit opening pattern is respectively projected on measure-point AF1-AF9 on the center section in the maximum exposure field 74, and two diagonals.

[0008]

FIG.21(c) shows the state of the light-receiving surface of photodetector 69, as shown in this FIG.21(c), nine light receiving elements 75-1-75-9 are arranged at the light-receiving surface of a light receiver 69 at a cross-joint type, on each light receiving element 75-1-75-9, the gobo (illustration abbreviation) which has slit opening is arranged.

And the image on each measure-point AF1-AF9 of FIG.21(a)

Are re-image-formed on each light receiving element 75-1-75-9 of a light receiver 69, respectively.

In this case, the illumination light reflected in respect of exposure of wafer 53 of FIG. 20 (wafer side)

Since the rotation-direction diaphragm 67 which vibrates around an axis almost perpendicular to the paper surface of FIG. 20 (rotational vibration) reflects while existing in the pupil position of the condensing objective lens 66, as shown in FIG.21(c), on a light receiver 69, it

受光素子 75-1 ~ 75-9 上に再結像される投影像の位置がスリット状の開口の幅方向である RD 方向に振動する。

vibrates in the RD direction which is a width direction of opening with the slit position of the projection image which it re-image-forms on each light-receiving-element 75-1-75-9.

【 0 0 0 9 】

また、図 21 (a) の各計測点 AF1 ~ AF9 上のスリット状の開口の像は、投影光学系 52 の光軸に対して斜めに投影されているため、ウエハ 53 の露光面のフォーカス位置が変化すると、それら投影像の受光器 69 上での再結像位置は RD 方向に変化する。従って、信号処理装置 71 内で、各受光素子 75-1 ~ 75-9 の検出信号をそれぞれ回転方向振動板 67 の加振信号で同期検波することで、計測点 AF1 ~ AF9 のフォーカス位置にそれぞれ対応する 9 個のフォーカス信号が得られる。そして、9 個のフォーカス位置から、露光フィールド 74 の平均的な面の傾斜角及びその平均的な面のフォーカス位置が求められて主制御系 58 に供給され、主制御系 58 は、駆動装置 59 及び Z レベリングステージ 54 を介してウエハ 53 の当該ショット領域のフォーカス位置及び傾斜角 (レベリング角) を所定の値に設定する。このようにして、ステッパにおいては、ウエハ 53 の各ショット領域においてフォーカス位置及び傾斜

[0009]

Moreover, since the image of slit opening on each measure-point AF1-AF9 of FIG.21(a) is aslant projected to the optical axis of the projection optical system 52, if the focal position of the exposure side of wafer 53 varies, the re-image formation position on photodetector 69 of these projections image will vary in the RD direction.

Therefore, nine focal signals which respectively correspond to the focal position of measure-point AF1-AF9 are acquired within the signal-processing apparatus 71 by carrying out the synchronous detection of the detecting signal of each light receiving element 75-1-75-9 by the vibration excitation signal of the rotation-direction diaphragm 67, respectively.

And from the focal position of nine pieces, the tilt angle of the average surface of the exposure field 74 and the focal position of the average surface are required, and the main-control group 58 is supplied, the main-control group 58 sets the focal position and tilt angle (leveling angle) of said shot_region of wafer 53 as a fixed value through a drive unit 59 and Z leveling stage 54.

Thus, in the stepper, the pattern image of reticule 51 was exposed in each shot_region of wafer 53, respectively in the state where it was put together with the image surface of the projection optical system 52 in a focal position

角が投影光学系 5 2 の像面に合
わせ込まれた状態で、それぞれ
レチクル 5 1 のパターン像が露
光されていた。

【 0 0 1 0 】**[0010]**

【発明が解決しようとする課題】

近年、半導体素子等においては
パターンが微細化しているた
め、投影光学系の解像力を高め
ることが求められている。解像
力を高めるための手法には、露
光光の波長の短波長化、又は投
影光学系の開口数の増大等の手
法があるが、何れの手法を用い
る場合でも、従来例と同じ程度
の露光フィールドを確保しよう
とすると、露光フィールドの全
面で結像性能（ディストーション、
像面湾曲等）を所定の精度
に維持することが困難になって
きている。そこで現在見直され
ているのが、所謂スリットスキ
ャン露光方式の投影露光装置で
ある。

【 0 0 1 1 】 このスリットスキ
ャン露光方式の投影露光装置で
は、矩形状又は円弧状等の照明
領域（以下、「スリット状の照明
領域」という）に対してレチク
ル及びウエハを相対的に同期し
て走査しながら、そのレチクル
のパターンがウエハ上に露光さ

[PROBLEM to be solved by the Invention]

Since the pattern is micronizing in a
semiconductor element etc. in recent years,
heightening the resolving power of a projection
optical system is required.

Approaches, such as short-wavelength-izing of
the wavelength of an exposure light or increase
of the number of aperture of a projection optical
system, are one of the approaches for
heightening resolving power.

However, if it is going to ensure the exposure
field of the same grade as a prior art example
also when using which approach, it will become
difficult to maintain image formation capabilities
(a distortion, curvature of field, etc.) for fixed
accuracy in the whole surface of an exposure
field.

Then, the so-called projection aligner of a slit
scan exposure system is improved now.

[0011]

In the projection aligner of this slit scan
exposure system, the pattern of that reticule is
exposed on a wafer, synchronizing relatively
and scanning a reticule and a wafer to
illumination areas (henceforth "a slit illumination
area"), such as rectangle-shaped or a circular
arc shape.

れる。従って、前記スリット状の照明領域と共役な領域内で像が平均化され、ディストーション精度が向上するという利点があった。

【0012】

また、従来のレチクルの大きさの主流は6インチサイズであり、投影光学系の投影倍率の主流は1/5倍であったが、半導体素子等の回路パターンの大面積化により、倍率1/5倍のもとのレチクルの大きさは6インチサイズでは間に合わなくなっている。そのため、投影光学系の投影倍率を例えば1/4倍に変更した投影露光装置を設計する必要がある。そして、このような被転写パターンの大面積化に対して投影光学系の露光フィールド径を小さくする事ができるスリットスキャン露光方式がコスト面に於いても有利である。

【0013】

斯かるスリットスキャン露光方式の投影露光装置において、従来のステッパーで用いられていた多点型のフォーカス位置検出系をそのまま適用して、ウェハ上の露光面のフォーカス位置及び傾斜角を計測したとしても、ウェハが所定の方に走査されているため、実際の露光面を投影光学系の像面に合わせ込むこ

Therefore, there was an advantage that an image was equalized in said slit illumination region and the conjugate region, and distortion accuracy improved.

[0012]

Moreover, the mainstream of the size of the conventional reticule is 6 inch size.

The mainstream of the projection multiplying factor of a projection optical system was 1/5 times.

However, 6 inch size is not of use for the size of the reticule in multiplying-factor 1/5 with an expansion of circuit patterns, such as a semiconductor element.

Therefore, it is necessary to design the projection aligner which altered the projection multiplying factor of a projection optical system into 1/4.

And the slit scan exposure system which can make small the diameter of an exposure field of a projection optical system to an expansion of such a transferred pattern is advantageous also in a viewpoint of cost.

[0013]

In the projection aligner of such a slit scan exposure system, the focal multipoint type position detection system used by the conventional stepper is used as it is, since the wafer was scanned in the direction of fixed even if it measures the focal position and tilt angle of an exposure side on a wafer, there was inconvenience that it was difficult to put together an actual exposure side with the image surface of a projection optical system.

とが困難であるという不都合があった。即ち、従来はスリットスキャン露光方式の投影露光装置において、ウエハのフォーカス位置及び傾斜角を投影光学系の像面に合わせ込むための手法が確率されていなかった。

That is, the approach for putting together the focal position and tilt angle of a wafer with the image surface of a projection optical system in the projection aligner of a slit scan exposure system conventionally was not established.

【 0 0 1 4 】

本発明は斯かる点に鑑み、スリットスキャン露光方式の投影露光装置において、感光基板の露光面を投影光学系の像面に対して高精度に合わせ込むために使用できるような面位置設定装置を提供することを目的とする。

[0014]

This invention is taken into consideration at such a point and it aims at providing the surface positioning apparatus which can be used in order to put together the exposure surface of a photosensitive base plate with high accuracy to the image surface of a projection optical system in the projection aligner of a slit scan exposure system.

【 0 0 1 5 】**【課題を解決するための手段】**

本発明の第1の面位置設定装置は、露光光で所定形状の照明領域を照明する照明光学系と、その照明領域に対して露光用のパターンが形成されたマスク（12）を走査するマスク側ステージ（10）と、その照明領域内のマスク（12）のパターンを感光基板（5）上に投影する投影光学系（8）と、マスク（12）と同期して感光基板（5）を走査する基板側ステージ（2）とを有する露光装置に設けられ、感光基板（5）の露光面を投影光学系（8）の像面に平行

[0015]**[MEANS to solve the Problem]**

The surface positioning apparatus of this invention 1, the illumination optical system which illuminates the illumination region of a fixed shape with an exposure light, the mask side stage (10) which scans mask (12) in which the pattern for exposure was formed to the illumination region, the projection optical system (8) which projects the pattern of the mask in the illumination region (12) on a photosensitive base plate (5), the base-plate side stage (2) which scans a photosensitive base plate (5) synchronizing with mask (12)

It is provided in the exposure apparatus which has the above, it is a surface positioning apparatus for putting together the exposure

に合わせ込むための面位置設定装置であって、感光基板（５）が走査される方向に交差する方向の複数の点を含む複数の計測点（ＡＦ１１～ＡＦ５９）において感光基板（５）の投影光学系（８）の光軸に平行な方向の高さをそれぞれ計測する多点計測手段（６２Ａ、６９Ａ）と、この多点計測手段の計測結果より感光基板（５）の露光面と投影光学系（８）の像面との間の傾斜角の差分を求める演算手段（７１Ａ）とを有する。

surface of a photosensitive base plate (5) in parallel with the image surface of a projection optical system (8), comprised such that multipoint measurement means to measure the height of a direction parallel to the optical axis of the projection optical system (8) of a photosensitive base plate (5) in two or more measure points (AF11-AF59) including two or more points of the direction which crosses in the direction in which a photosensitive base plate (5) is scanned, respectively (62A, 69A), the arithmetic means which calculates for the difference of the tilt angle between the exposure surface of a photosensitive base plate (5), and the image surface of a projection optical system (8) from the measured result of this multipoint measurement means (71A), it has these.

【００１６】

更に本発明は、基板側ステージ（２）に設けられ、演算手段（７１Ａ）により求められたその傾斜角の差分に基づいて、感光基板（５）のその走査の方向（Ｙ方向）の傾斜角及びその走査の方向に直交する方向（Ｘ方向）の傾斜角を設定する傾斜設定ステージ（４）を有し、例えば図５に示すように、傾斜設定ステージ（４）が感光基板（５）のその走査の方向（Ｙ方向）の傾斜角 θ_y を設定するときの応答速度と、その走査の方向に直交する方向（Ｘ方向）の傾斜角 θ_x を設定するときの応答速度とを異ならしめたものである。

[0016]

Furthermore, this invention is provided in the base-plate side stage (2), based on the difference of the tilt angle required by the arithmetic means (71A), it has the tilt angle of the direction (Y-direction) of the scan of a photosensitive base plate (5), and the inclination setting stage (4) which sets up the tilt angle of an orthogonal direction (X direction) in the direction of the scan, for example, as shown in FIG. 5, the response speed in case an inclination setting stage (4) sets up tilt-angle (theta)_y of the direction (Y-direction) of the scan of a photosensitive base plate (5) was made to differ from the response speed when setting up tilt-angle (theta)_x of an orthogonal direction (X direction) in the direction of the scan.

【 0 0 1 7 】

この場合、その多点計測手段は、基板側ステージ（２）を介して感光基板（５）が走査されているときに、基板側ステージ（２）の位置基準でそれら複数の計測点における感光基板（５）の高さをサンプリングしても良い。また、その多点計測手段は、その所定形状の照明領域と投影光学系（８）に関して共役な露光領域（２４）内の複数の点及びその共役な露光領域内に対して感光基板（５）が走査される際の手前の領域内の複数の点よりなる複数の計測点において、感光基板（５）の高さをそれぞれ計測するものであっても良い。

【 0 0 1 8 】

また、その多点計測手段は、感光基板（５）の１つのショット領域へ順次マスク（１２）のパターンを露光する過程において、順次それら複数の計測点の位置を変化させることが望ましい。また、本発明による第２の面位置設定装置は、露光光で所定形状の照明領域を照明する照明光学系と、その照明領域に対して露光用のパターンが形成されたマスク（１２）を走査するマスク側ステージ（１０）と、その照明領域内のマスク（１２）

[0017]

In this case, that multipoint measurement means may sample the height of the photosensitive base plate (5) in the measure point of these plurality by the datum reference of the base-plate side stage (2), when the photosensitive base plate (5) is scanned through the base-plate side stage (2).

Moreover, the multipoint measurement means may measure the height of a photosensitive base plate (5) in two or more measure points which are made of two or more points related the illumination region and projection optical system (8) of the fixed shape in a conjugate light-exposing_region (24), and two or more points in the region of the foreground at the time of a photosensitive base plate (5) being scanned to the inside of the conjugate light-exposing_region, respectively.

[0018]

Moreover, as for the multipoint measurement means, in the process which exposes the pattern of mask (12) in order to one shot_region of a photosensitive base plate (5), it is desirable to change the position of the measure point of these plurality to order.

Moreover, 2nd surface positioning apparatus by this invention

The illumination optical system which illuminates the illumination region of a fixed shape with an exposure light, the mask side stage (10) which scans mask (12) in which the pattern for exposure was formed to the illumination region, the projection optical system

のパターンを感光基板（５）上に投影する投影光学系（８）と、マスク（１２）と同期して感光基板（５）を走査する基板側ステージ（２）とを有する露光装置に設けられ、感光基板（５）の露光面の高さを投影光学系（８）の像面に合わせ込むための面位置設定装置であって、その所定形状の照明領域と投影光学系（８）に関して共役な露光領域（２４）及びこの露光領域に対して感光基板（５）が走査される際の手前の領域よりなる計測領域内の所定の計測点において、感光基板（５）の投影光学系（８）の光軸に平行な方向の高さを計測する高さ計測手段（６２Ａ，６９Ａ）と、感光基板（５）を走査した際にその高さ計測手段により得られる複数の高さ計測結果の内の、最大値及び最小値に基づいて感光基板（５）の露光面の平均的な高さと投影光学系（８）の像面の高さとの差分を求める演算手段（７１Ａ）と、基板側ステージ（２）に設けられ、演算手段（７１Ａ）により求められたその高さの差分に基づいて、感光基板（５）の高さを設定する高さ設定ステージ（４）とを有するものである。

(8) which projects the pattern of the mask in the illumination region (12) on a photosensitive base plate (5), the base-plate side stage (2) which scans a photosensitive base plate (5) synchronizing with mask (12)

It is provided in the exposure apparatus which has the above, it is a surface positioning apparatus for putting together the height of the exposure surface of a photosensitive base plate (5) with the image surface of a projection optical system (8), comprised such that in the fixed measure point in the measurement area which is made of an area of the foreground at the time of a photosensitive base plate (5) being scanned to a conjugate light-exposing_region (24) and this light-exposing_region about the illumination area and projection optical system (8) of that fixed shape, height measurement means to measure the height of a direction parallel to the optical axis of the projection optical system (8) of a photosensitive base plate (5) (62A, 69A), the arithmetic means which calculates for the difference of the average height of the exposure surface of a photosensitive base plate (5), and the height of the image surface of a projection optical system (8) based on the maximum value and the minimum value of two or more height measured results obtained by the height measurement means when the photosensitive base plate (5) was scanned (71A), the height setting stage (4) which sets up the height of a photosensitive base plate (5) based on the difference of the height which was provided in the base-plate side stage (2), and was found by the arithmetic means (71A), it has these.

【 0 0 1 9 】

【作用】

斯かる本発明の第1の面位置設定装置においては、マスク（12）及び感光基板（5）を同期して走査して感光基板（5）上にマスク（12）のパターン像を露光する際に、例えばその走査の方向の手前の計測点を含む複数の計測点でその多点計測手段を用いて感光基板（5）の高さを計測する。そして、それら複数の計測点でそれぞれ走査の方向に沿って複数回高さ情報を得ることにより、感光基板（5）の傾斜角を求める。その後、そのように傾斜角が求められた領域にマスク（12）のパターン像を露光する際に、予め求めた傾斜角に基づいてその領域の傾斜角を設定する。これにより、スリットスキャン露光方式でも感光基板（5）の露光面が投影光学系（8）の像面に平行に設定される。

【 0 0 2 0 】

また、本発明ではそのようなレベリングを行う際に、スキャン方向のレベリングの応答速度と、非スキャン方向レベリングの応答速度とが異なっている。これによる作用効果につき説明するため、スリットスキャン露

[0019]

[OPERATION]

In the surface positioning apparatus of such this invention 1, when scanning mask (12) and a photosensitive base plate (5) synchronously and exposing the pattern image of mask (12) on a photosensitive base plate (5), the height of a photosensitive base plate (5) is measured in two or more measure points including the measure point before the direction of the scan using the multipoint measurement means.

And it calculates for the tilt angle of a photosensitive base plate (5) by acquiring several times of height information along the direction which is a scan in the measure point of these plurality, respectively.

When exposing the pattern image of mask (12) to the area to which tilt angle was required such after that, the tilt angle of the area is set up based on the tilt angle for which it calculated beforehand.

Thereby, the exposure side of a photosensitive base plate (5) is set up in parallel with the image surface of a projection optical system (8) also by a slit scan exposure system.

[0020]

Moreover, when performing such leveling in this invention, the response speed of leveling of the scan direction differs from the response speed of the non-scanning direction leveling.

In order to demonstrate per effect, the focusing at the time of slit scan exposure and the error factor of leveling are demonstrated.

光時のフォーカシング及びレベリングの誤差要因について説明する。スリットスキャン露光方式の露光装置では、以下の誤差が考えられる。

(1) フォーカスオフセット誤差及び振動誤差

フォーカスオフセット誤差とは、露光面の平均的な面と投影光学系の像面とのフォーカス位置の差であり、振動誤差とは走査露光する際の基板側ステージのフォーカス方向の振動等に起因する誤差である。これについて、オートフォーカス制御だけを行うものとして、ステッパーのように一括露光する場合と、スリットスキャン露光方式で露光する場合とに分けてより詳細に説明する。

【0021】

図14(a)は一括露光する場合、図14(b)はスリットスキャン露光方式で露光する場合を示す。図14(a)においては、感光基板の露光面5aの平均的な面34が投影光学系の像面に合致しているが、位置Y_a、Y_b及びY_cのフォーカス位置はそれぞれ一定の平均的な面34に対して、 $-\Delta Z_1$ 、0及び ΔZ_2 だけ異なっている。従って、位置Y_a及びY_bにおけるフォーカスオフセット誤差はそれぞれ $-\Delta Z_1$ 及び ΔZ_2 であ

The following errors can be considered with the exposure apparatus of a slit scan exposure system.

(1) A focal offset error and a vibration error

A focal offset error is a difference of the focal position of the average surface of an exposure side, and the image surface of a projection optical system.

A vibration error is an error resulting from a vibration of the direction of a focus of the base-plate side stage at the time of carrying out scanning exposure etc.

It divides, when carrying out package exposure like a stepper as what only controls an auto focusing, and when exposing by a slit scan exposure system, and this is demonstrated more to a detail.

[0021]

FIG.14(a) shows the case where package exposure is carried out, FIG.14(b) shows the case where it exposes by a slit scan exposure system.

In FIG.14(a), the average surface 34 of exposure side 5a of a photosensitive base plate coincides in the image surface of a projection optical system.

However, the focal position of positions Y_a, Y_b, and Y_c

As opposed to the respectively fixed average surface 34, $-(\Delta Z)_1$, 0 (ΔZ) differs only from Z_2 .

Therefore, the focal offset errors in positions Y_a

る。

and Yb are $-(\Delta Z_1)$ and (ΔZ_2) , respectively.

【0022】

一方、図14(b)の場合には、スキャン方向に対して露光面5a上の一連の部分平均面35A, 35B, 35C, ...が順次投影光学系の像面に合わせ込まれる。従って、各位置Ya, Yb及びYcでのフォーカスオフセット誤差はそれぞれ平均化効果で0となる。しかし、位置Yb上の像を形成するのに、平均面35Bから平均面35Dまでの高さ ΔZ_B の間をフォーカス位置が移動するので、位置Yb上の像は、 ΔZ_B だけフォーカス方向にばらつきを持った像になってしまう。同様に、位置Ya及びYc上の像はそれぞれフォーカス方向に ΔZ_A 及び ΔZ_B だけばらつきを持った像になる。

[0022]

On the other hand, in the case of FIG.14(b), it is put together by the image surface of a projection optical system in order to the scan direction in a series of partial average sides 35A, 35B, and 35C and....on exposure side 5a, Therefore, the focal offset error in each positions Ya, Yb, and Yc is set to 0 by the balance effect, respectively.

However, although the image on a position Yb is formed, a focal position moves between the height (ΔZ_B) from average side 35B to average side 35D.

Therefore, the image on a position Yb will turn into an image with which only $Z_B (\Delta Z)$ had unevenness in the direction of a focus.

Similarly, the image on a position Ya and Yc turns into an image with which only $Z_A (\Delta Z)$ and (ΔZ_B) had unevenness in the direction of a focus, respectively.

【0023】

即ち、スリットスキャン露光方式においては、フォーカスオフセット誤差はある一定周波数以下の感光基板面の凹凸に対しほぼ0になるが、基板側ステージのローリング、ピッチング、フォーカス方向(Z軸方向)の振動、低周波空気揺らぎ誤差にオートフォーカス機構及びオートレベルリング機構が追従してしま

[0023]

That is, in a slit scan exposure system, a focal offset error is set to about 0 to the convexoconcave of the photosensitive substrate surface below a certain constant frequency.

However, rolling of the base-plate side stage, pitching, a vibration of the direction of a focus (Z-axis direction), the error component by an auto-focusing mechanism and an auto leveling mechanism following a low-frequency air

うことによる誤差成分、露光光 (KrFエキシマレーザ光等) の短期の波長変動等が、新たな誤差 (振動誤差) を生ずる。

fluctuation error, wavelength fluctuation of the short period of exposure lights (KrF excimer-laser light etc.), etc. produce a new error (vibration error).

【 0 0 2 4 】

(2)フォーカス追従誤差、空気揺らぎ誤差、ステージ振動誤差

(1)で言及した振動誤差の内の代表的な例であり、これらはオートフォーカス機構及びオートレベル機構の応答周波数に依存するが、更に以下の誤差に分類できる。

(1) 制御系で制御出来ない高周波ステージ振動誤差、露光光 (KrFエキシマレーザ光等) の短期の波長変動誤差等、(2) 空気揺らぎ誤差の中で、基板側ステージが追従してしまう低周波空気揺らぎ誤差等、(3) フォーカス位置検出系又は傾斜角検出系の測定結果には含まれるが、基板側ステージが追従しないので、フォーカス誤差にならない測定誤差等。

[0024]

(2) A focal following error, an air fluctuation error, a stage vibration error

It is a typical example of the vibration errors which made reference by (1).

These are dependent on the response frequency of an auto-focusing mechanism and an auto leveling mechanism.

However, it can categorize into the following errors further.

(1) A high frequency stage vibration error uncontrollable by a control system, the wavelength fluctuation error of the short period of exposure lights (KrF excimer-laser light etc.), etc., (2) The low-frequency air fluctuation error which the base-plate side stage follows in an air fluctuation error, (3) The measurement error which does not turn into a focal error since the base-plate side stage does not follow, although contained in the measurement_result of a focal position detection system or a tilt-angle detection system.

【 0 0 2 5 】

(3)感光基板の露光面の凸凹による誤差

この誤差は、投影光学系による露光フィールドが2次元的な面単位であり、感光基板の露光面でのフォーカス位置の計測を有限個の計測点で且つスリットス

[0025]

(3) The error by unevenness of the exposure side of a photosensitive base plate

This error is a surface unit with the two-dimensional exposure field by a projection optical system.

It is an error resulting from being a limited measure point and performing measurement of

キャン露光時に行うことに起因する誤差であり、以下の２つの誤差に分類できる。

(1) 例えば図 15 (a) 及び (b) に示すように、感光基板の露光面 5 a 上の多点でフォーカス位置を計測して位置合わせ対象面（フォーカス面）36A 及び 36B を求める場合の計測点の位置に対する演算方法に起因する、そのフォーカス面 36A と理想フォーカス面とのずれの誤差、(2) スキャン速度とオートフォーカス機構及びオートレベルリング機構の追従速度との差、フォーカス位置検出系の応答速度等による誤差。

【 0 0 2 6 】

この場合、フォーカス位置を投影光学系の像面に合わせる場合の応答速度（フォーカス応答）は、図 15 (c) に示すような時間遅れ誤差と、図 15 (d) に示すようなサーボゲインとにより決定される。即ち、図 15 (c) において、曲線 37A は、感光基板の露光面 5 a の一連の部分領域を順次投影光学系の像面に合わせるためのフォーカス方向用の駆動信号（目標フォーカス位置信号）を示し、曲線 38A は、露光面 5 a の一連の部分領域のフォーカス方向への移動量を駆動信号に換算して得られた信号（追従フォーカス位置

the focal position in the exposure surface of a photosensitive base plate at the time of slit scan exposure.

It can categorize into the following two errors.

(1) As shown in FIG.15(a) and (b), the error of the gap with the focal surface 36A and the ideal focus surface resulting from the calculation method with respect to the position of the measure point in the case of measuring and aligning a focal position by the multipoint on exposure surface 5a of a photosensitive base plate, and searching for the object surfaces (focal surface) 36A and 36B, (2) A difference with the flattery speed of the scan speed, an auto-focusing mechanism, and an auto leveling mechanism, the error by the response speed of a focal position detection system etc.

[0026]

In this case, the response speed in the case of putting together a focal position with the image surface of a projection optical system (focal response) is determined by a time-lag error as shown in FIG.15(c), and the servo gain as shown in FIG.15(d).

That is, in FIG.15(c), curvilinear 37A shows the drive signal for the directions of a focus for putting together a series of partial areas of exposure side 5a of a photosensitive base plate with the image surface of a projection optical system in order (target focus position signal), curvilinear 38A shows the signal (flattery focus position signal) which was able to obtain the amount of movement to the direction of a focus of a series of partial areas of exposure side 5a calculated as the drive signal.

信号)を示す。曲線 3 7 A に対して曲線 3 8 A は一定の時間だけ遅れている。同様に、図 1 5 (d)において、曲線 3 7 B は、感光基板の露光面 5 a の一連の部分領域の目標フォーカス位置信号、曲線 3 8 B は、露光面 5 a の一連の部分領域の追従フォーカス位置信号であり、曲線 3 7 B に対して曲線 3 8 B の振幅(サーボゲイン)は一定量だけ小さくなっている。

【0027】

本発明の第 1 の面位置設定装置では、これらの誤差を取り除く為に、レベリング機構のスキャン方向の応答性と非スキャン方向の応答性とを変えている。本発明におけるオートレベリング機構用の多点計測手段としては、斜入射型の多点のフォーカス位置検出系を前提とする。また、投影光学系の露光フィールド内の所定の領域での感光基板の露光面の平均的な面を考慮するのではなく、その所定の領域での露光面の各点と投影光学系の像面とのずれの最大値を最小にすることを目標とする。このように、投影光学系の露光フィールド内の所定の領域において、感光基板の露光面のほぼ全ての点と投影光学系の像面とのずれの最大値が最小である場合の露光フィールドを「良好なフ

Only fixed time is behind in curvilinear 38A to curvilinear 37A.

Similarly, in FIG.15(d), curvilinear 37B is the target focus position signal of a series of partial region of exposure surface 5a of a photosensitive base plate, curvilinear 38B is the flattery focus position signal of a series of partial region of exposure surface 5a.

The amplitude (servo gain) of curvilinear 38B is becoming smaller only the constant rate to curvilinear 37B.

[0027]

With the surface positioning apparatus of this invention 1, in order to remove these errors, the responsiveness of the scan direction of a leveling mechanism and the responsiveness of the non-scanning direction are changed.

It is premised on the focal position detection system of a slanting irradiation type multipoint as multipoint measurement means for auto leveling mechanisms in this invention.

Moreover, the average surface of the exposure side of the photosensitive base plate in the fixed area in the exposure field of a projection optical system is not considered, but it aims at making the maximum value of the gap with each point of the exposure side in the fixed area, and the image surface of a projection optical system into the minimum.

Thus, in the fixed area in the exposure field of a projection optical system, an exposure field in case the maximum value of the gap with almost all the points of view of the exposure side of a photosensitive base plate and the image

フィールド (Good Field)」と呼ぶ。 surface of a projection optical system is the minimum is called "Good field (Good Field)."

【0028】

先ず、図16に示すように、スリット状の照明領域と投影光学系に関して共役なスリット状の露光フィールド24内にフォーカス位置の多数の計測点（不図示）があると仮定する。図16において、感光基板上の1つのショット領域 SA_{ij} をスリット状の露光フィールド24に対してY方向に速度 V/β で走査するものとして、ショット領域 SA_{ij} のスキヤン方向の幅をWY、非スキヤン方向の幅をWX、露光フィールド24のスキヤン方向の幅をDとする。また、露光フィールド24内の中心領域24a内の多数の計測点でのフォーカス位置を平均化することにより、露光フィールド24の中心点での平均的な面のフォーカス位置を求め、露光フィールド24のスキヤン方向の両端の計測領域24b、24c内の計測点でのフォーカス位置より最小自乗近似に基づいて平均的な面のスキヤン方向の傾斜角 θ_Y を求め、露光フィールド24の非スキヤン方向の両端の計測領域24b、24c内の計測点でのフォーカス位置より最小自乗近似に基づいて平均的な面の非スキヤン方向の傾斜角 θ_X を求め

[0028]

First, it is assumed that many measure points (not shown) of a focal position are in the conjugate slit exposure field 24 about the slit illumination region and a projection optical system as shown in FIG. 16.

In FIG. 16, as what scans one shot_region SA_{ij} on a photosensitive base plate by speed V/β to a Y-direction to the slit exposure field 24, width of the shot_region SA_{ij} scan direction is set to WY, width of the non-scanning direction is set to WX, and width of the scan direction of the exposure field 24 is set to D.

Moreover, by equalizing the focal position in many measure points in central area 24a in the exposure field 24

It calculates for the focal position of the average surface in the central point of the exposure field 24.

Based on least-square analogue, tilt-angle $(\theta)_Y$ of the scan direction of an average surface is calculated from the focal position in the measure point in measurement region 24b, 24c of the ends of the scan direction of the exposure field 24, based on least-square analogue, tilt-angle $(\theta)_X$ of the non-scanning direction of an average surface shall be calculated from the focal position in the measure point in measurement region 24b, 24c of the ends of the non-scanning direction of the exposure field 24.

Moreover, the response frequency of leveling of the scan direction is set to f_m [Hz], and the

るものとする。また、スキャン方向のレベリングの応答周波数を f_m [Hz]、非スキャン方向のレベリングの応答周波数を f_n [Hz] として、 f_m 及び f_n の値を独立に設定する。

response frequency of leveling of the non-scanning direction is set to f_n [Hz], the value of f_m and f_n is set up independently.

【0029】

そして、感光基板上のショット領域 SA_{ij} のスキャン方向の周期的な曲がりの周期を、スキャン方向の幅 WY （非スキャン方向も同様の曲がり周期に設定する）との比の値として曲がりパラメータ F で表し、その周期的な曲がりがあるときの露光フィールド 24 内の各計測点でのフォーカス誤差を、スキャンした場合のフォーカス誤差の平均値の絶対値と、スキャンした場合のフォーカス誤差の振幅の $1/3$ との和で表す。また、曲がりパラメータ F の周期的な曲がりの振幅を 1 に規格化し、曲がりパラメータが F であるときの、それら各計測点でのフォーカス誤差の内の最大値を示す誤差パラメータ S を、曲がりパラメータ F に対する比率として表す。即ち、次式が成立している。

$$F = \text{曲がりの周期} / WY \quad (1)$$

$$S = \text{フォーカス誤差の最大値} / F \quad (2)$$
[0029]

And the period of the periodic deflection of the shot_region SA_{ij} scan direction on a photosensitive base plate is expressed with a deflection parameter F as a value of a ratio with the width WY of the scan direction (the non-scanning direction is also set as a similar deflection period), the focal error in each measure point in the exposure field 24 in case there is the periodic deflection is expressed with the sum of the absolute value of the average value of the focal error at the time of scanning, and $1/3$ of the amplitude of the focal error at the time of scanning.

Moreover, the amplitude of the periodic deflection of a deflection parameter F is normalized to 1, the error parameter S which shows the maximum value of the focal errors in these measure points in case a deflection parameter is F is expressed as a ratio with respect to the deflection parameter F .

That is, following Formula is established.

$$F = \text{The period of deflection} / WY \quad (1)$$

$$S = \text{The maximum value of a focal error} / F \quad (2)$$

【0030】**[0030]**

図17(a)は、スキャン方向のレベリングの応答周波数 f_m 、及び非スキャン方向のレベリングの応答周波数 f_n が等しく且つ大きい場合の曲がりパラメータ F に対する誤差パラメータ S を表し、曲線 A1 は非スキャン方向での誤差パラメータ S 、曲線 B1 は非スキャン方向の誤差パラメータ S 中の通常のフォーカス誤差の平均値の絶対値、曲線 A2 はスキャン方向での誤差パラメータ S 、曲線 B2 はスキャン方向の誤差パラメータ S 中の通常のフォーカス誤差の平均値を示す。曲線 A1 及び曲線 A2 がそれぞれより現実的なフォーカス誤差を現わしている。メータ F の値が小さく露光面の凹凸の周期が小さいときには、スキャン方向のレベリング制御の追従性は悪く（曲線 A2）、凹凸の周期が大きくなるにつれて、スキャン方向のレベリング制御が曲がり追従するようになることが分かる。また、非スキャン方向に対してはスキャン方向の様に逐次フォーカス位置が変わらない為、曲がりの周期が大きくなっても、スキャン方向の追従性より悪い（曲線 A1）。以上のように、パラメータ S が 0.5 以下になるようにフォーカス誤差がなることが望ましいが、スキャン方向及び非スキャン方向共に全体としてフ

FIG.17(a), the error parameter S with respect to the deflection parameter F when the response frequency f_m of leveling of the scan direction and the response frequency f_n of leveling of the non-scanning direction are equal and large is expressed, curve A1 is the error parameter S in the non-scanning direction, curve B1 is the absolute value of the average value of the usual focal error in the error parameter S of the non-scanning direction, curve A2 is the error parameter S in the scan direction, curve B-2 shows the average value of the usual focal error in the error parameter S of the scan direction. Curve A1 and curve A2 express the respectively more realistic focal error.

When the value of Meter F is small and the period of the convexoconcave of an exposure surface is small, the flattery property of a leveling control of the scan direction is bad (curve A2), it turns out that the leveling control of the scan direction comes to follow deflection as a concavo-convex period becomes bigger. Moreover, since a focal position does not change sequentially like the scan direction to the non-scanning direction, even if the period of deflection becomes bigger, it is worse than the flattery property of the scan direction (curvilinear A1).

As mentioned above, it is desirable for a focal error to become, as a parameter S becomes 0.5 or less.

However, the scan direction and the non-scanning direction are boiled and a focal error is large as a whole.

フォーカス誤差が大きい。

【 0 0 3 1 】

一方、図 1 7 (b) は、スキャン方向のレベリングの応答周波数 f_m が非スキャン方向のレベリングの応答周波数 f_n より大きく、且つ両応答周波数 f_m 及び f_n が小さい場合の曲がりパラメータに対する誤差パラメータ S を表し、曲線 A 3 は非スキャン方向での誤差パラメータ S 、曲線 B 3 は非スキャン方向の通常のフォーカス誤差の平均値の絶対値、曲線 A 4 はスキャン方向での誤差パラメータ S 、曲線 B 4 はスキャン方向での通常のフォーカス誤差の平均値の絶対値を示す。図 1 7 (a) と図 1 7 (b) との比較より、ほぼ完全応答 (図 1 7 (a)) の場合よりも応答周波数が小さい (図 1 7 (b)) 場合の方が、誤差パラメータ S が 0.5 に近くなっており、フォーカス誤差は小さいことが分かる。これは、感光基板上の細かい凸凹にオートレベリング機構が追従すると、スリット状の露光フィールド 2 4 内で精度が悪化する点が発生するためである。但し、応答周波数を小さくし過ぎると、低周波の凸凹部まで追従できなくなるため、応答周波数は適当な値に設定する必要がある。

[0031]

On the other hand, it is FIG.17(b), the error parameter S with respect to a deflection parameter F when the response frequency f_n of leveling of the non-scanning direction is larger than the response frequency f_m of leveling of the scan direction and both the responses frequencies f_m and f_n are small is expressed, curve A3 is the error parameter S in the non-scanning direction, curve B3 is the absolute value of the average value of the usual focal error of the non-scanning direction, curve A4 is the error parameter S in the scan direction, curve B4 shows the absolute value of the average value of the usual focal error in the scan direction.

From the comparison with FIG.17(a) and FIG.17(b), the error parameter S of that when a response frequency is almost smaller than the case of a full response (FIG.17(a)) (FIG.17(b)) is close to 0.5, it turns out that a focal error is small.

This is for the fine point on a photosensitive base plate that accuracy will aggravate in the slit exposure field 24 if an auto leveling mechanism follows unevenly to occur.

However, since it becomes impossible to follow to the uneven part of a low frequency when a response frequency is made too small, it is necessary to set a response frequency as a suitable value.

【 0 0 3 2 】

また、図 1 7 (b) の例では、スキャン方向のレベリングの応答周波数 f_m が非スキャン方向のレベリングの応答周波数 f_n より高く設定されている。これは、同じ曲がりパラメータ F の凹凸であっても、スキャン方向ではスリット幅に応じて実質的に周期が短くなるため、良好に露光面の凹凸に追従するための応答周波数は、非スキャン方向よりもスキャン方向で高くする必要があるのである。

【 0 0 3 3 】

また、オートレベリング機構用の多点計測手段が、その所定形状の照明領域と投影光学系 (8) に関して共役な露光領域 (2 4) 内の複数の点及びその共役な露光領域内に対して感光基板 (5) が走査される際の手前の領域内の複数の点よりなる複数の計測点において、感光基板 (5) の高さをそれぞれ計測する場合には、手前の計測点において部分的にフォーカス位置の先読みが行われる。これを「分割先読み」と呼ぶ。従って、全部の計測点で先読みを行う手法 (完全先読み) に比べて、露光までに多点計測手段でフォーカス位置を読み取る際の長さ (助走距離) が短縮される。

[0032]

Moreover, in the example of FIG.17(b), the response frequency f_m of leveling of the scan direction is set up more highly than the response frequency f_n of leveling of the non-scanning direction.

Since a period becomes short substantially according to a slit width in the scan direction even if it is the convexoconcave of the same deflection parameter F , the response frequency for following the convexoconcave of an exposure surface good is because it is necessary to make higher in the scan direction rather than the non-scanning direction.

[0033]

Moreover, the multipoint measurement means for auto leveling mechanisms, in two or more measure points which are made of two or more points related the illumination region and projection optical system (8) of the fixed shape in a conjugate light-exposing_region (24), and two or more points in the region of the foreground at the time of a photosensitive base plate (5) being scanned to the inside of the conjugate light-exposing_region, when measuring the height of a photosensitive base plate (5), respectively, in a front measure point, pre-reading of a focal position is performed partially.

This is called "partition pre-reading."

Therefore, compared with the approach (full pre-reading) of pre-reading in all measure points, the length at the time of reading a focal position with multipoint measurement means by exposure (inlet length) is shortened.

【0034】

また、その多点計測手段が、感光基板（５）の１つのショット領域へ順次マスク（１２）のパターンを露光する過程において、順次それら複数の計測点の位置を変化させる場合には、例えばそのショット領域の端部では分割先読みを行い、そのショット領域の中央部以降では完全先読みを行い、露光位置検出部でオープン制御の確認を行う。これにより、レベリング精度を高精度に維持した状態で、ショット領域の端部での助走距離を短縮して露光のスループットを高めることができる。

【0035】

次に、本発明の第２の面位置設定装置におけるオートフォーカス制御について検討する。上述の良好なフィールド（Good Field）の概念を取り入れると、図１６に示すように、露光フィールド２４の中央部２４ａ内の各計測点のフォーカス位置の平均化処理を行って、そのフォーカス位置の平均値で示される面を投影光学系の像面に合わせるのでは、精度が悪化する可能性がある。即ち、図１８（ａ）は、感光基板の深さＨの凹部のある露光面５ａの各計測点のフォーカス位置の平均値に対応する面

[0034]

Moreover, the multipoint measurement means, in the process which exposes the pattern of mask (12) in order to one shot_region of a photosensitive base plate (5), in changing the position of the measure point of these plurality to order, for example at the terminal portion of the shot_region, it pre-reads partition, henceforth the center section of the shot_region, full pre-reading is performed and an open control is checked by an exposure position detecting element.

Thereby, where leveling accuracy is maintained with high accuracy, the inlet length in the terminal portion of a shot_region can be shortened, and the throughput of exposure can be raised.

[0035]

Next, the auto-focusing control in the surface positioning apparatus of this invention 2 is considered.

If the concept of the above-mentioned good field (Good Field) is taken in, as shown in FIG. 16, a balance of the focal position of each measure point in center-section 24a of the exposure field 24 is treated, and if the surface shown by the average value of the focal position is put together with the image surface of a projection optical system, accuracy may aggravate.

That is, FIG.18(a) shows surface 34A corresponding to the average value of the focal position of each measure point of exposure side 5a with the concave part of depth H of a

3 4 Aを示し、その面 3 4 Aと凹部とのフォーカス方向の差 ΔZ_3 は、 $H/2$ より大きくなっている。

【0036】

これに対して本発明においては、露光面 5 a 上の所定の計測領域内の各計測点のフォーカス位置の最大値と最小値とを求め、それら最大値と最小値との中間のフォーカス位置に対応する面を投影光学系の像面に合わせ込むようにする。図 18 (b) は、感光基板の深さ H の凹部のある露光面 5 a における、各計測点のフォーカス位置の内の最大値 Z_{\max} と最小値 Z_{\min} との中間のフォーカス位置に対応する面 3 4 B を示し、面 3 4 B のフォーカス位置 Z_{34B} は次のように表すことができる。

$$Z_{34B} = (Z_{\max} + Z_{\min}) / 2 \quad (3)$$

【0037】

その後、その面 3 4 B が投影光学系の像面に合わせ込まれる。また、面 3 4 B と露光面 5 a の表面とのフォーカス方向の差 ΔZ_4 と、面 3 4 B とその凹部とのフォーカス方向の差 ΔZ_5 とは、それぞれほぼ $H/2$ になっている。即ち、図 18 (a) の面 3 4 A に比べて図 18 (b) の面 3 4 B の方が、露光面 5 a

photosensitive base plate, the difference (DELTA) Z_3 of the direction of a focus of surface 34A and concave part is bigger than $H/2$.

[0036]

On the other hand, in this invention, the maximum value and the minimum value of a focal position of each measure point in the fixed measurement region on exposure surface 5a are calculated, the surface corresponding to the middle focal position of these maximum values and the minimum value is adjusted with the image surface of a projection optical system.

FIG.18(b) shows surface 34B corresponding to the middle focal position of maximum-value Z_{\max} and minimum value Z_{\min} of the focal positions of each measure point in exposure surface 5a with the concave part of depth H of a photosensitive base plate, focal position Z_{34B} of surface 34B can be expressed as follows.

$$Z_{34B} = (Z_{\max} + Z_{\min}) / 2 \quad (3)$$

[0037]

After that, it is put together with the image surface of a projection optical system in surface 34B.

Moreover, the difference (DELTA) Z_4 of the direction of a focus of surface 34B and the surface of exposure surface 5a and the difference (DELTA) Z_5 of the direction of a focus of surface 34B and its concave part are $H/2$, respectively.

That is, that of surface 34B of FIG.18(b)

上の各点におけるフォーカス位置の誤差の最大値が小さくなるため、良好なフィールド（Good Field）の概念上では、本発明により感光基板の露光面をより高精度に投影光学系の像面に合わせ込むことができる。

compared with surface 34A of FIG.18(a), in order that the maximum value of the error of the focal position in each point on exposure surface 5a may become smaller, on the concept of a good field (Good Field), the exposure surface of a photosensitive base plate can be adjusted with the image surface of a projection optical system more with high accuracy by this invention.

【0038】

更に、図17（a）のように、スキャン方向のレベリングの応答周波数 f_m と非スキャン方向のレベリングの応答周波数 f_n とを等しく且つ大きくしてオートレベリング制御を行うと同時に、図18（a）の平均化処理に基づくオートフォーカス制御又は図18（b）の最大値と最小値との平均値に基づくオートフォーカス制御を施した場合の、曲がりパラメータ D に対する誤差パラメータ S の特性をそれぞれ図19（a）及び（b）に示す。即ち、平均化処理に基づく図19（a）において、曲線A5及びB5はそれぞれ非スキャン方向の誤差パラメータ S 、曲線A6及びB6はそれぞれスキャン方向の誤差パラメータ S を表す。また、最大値と最小値との平均値に基づく図19（b）において、曲線A7及びB7はそれぞれ非スキャン方向の誤差パラメータ S 、曲線A8

[0038]

As like FIG.17(a), at the same time it makes the response frequency f_m of leveling of the scan direction, and the response frequency f_n of leveling of the non-scanning direction equally and large and performs an auto leveling control, the characteristics of the error parameter S with respect to the deflection parameter F at the time of performing the auto-focusing control based on balance processing of FIG.18(a) or the auto-focusing control based on the average value of the maximum value of FIG.18(b) and the minimum value are shown in FIG.19(a) and (b), respectively.

That is, in FIG.19(a) based on balance treatment, curve A5 and B5 are the error parameters S of the non-scanning direction, respectively, curve A6 and B6 express the error parameter S of the scan direction, respectively. Moreover, in FIG.19(b) based on the average value of the maximum value and the minimum value, curve A7 and B7 are the error parameters S of the non-scanning direction, respectively, curve A8 and B8 express the error parameter S of the scan direction, respectively.

及びB 8はそれぞれスキャン方向の誤差パラメータSを表す。

【0039】

図19(b)より明かなように、最大値と最小値との平均値に基づいてオートフォーカス制御を施した場合には、全ての曲がりパラメータF、即ちあらゆる周波数帯において、誤差パラメータSの値が0.5に近くなっていると共に、平均化処理に基づいてオートフォーカス制御を施した場合に比べてフォーカス誤差の最大値が小さくなっている。

[0039]

Clearly from FIG.19(b), when an auto-focusing control is performed based on the average value of the maximum value and the minimum value, while the value of the error parameter S is close to 0.5 in all the deflection parameters F, i.e., all frequency bands, the maximum value of a focal error is becoming smaller compared with the case where an auto-focusing control is performed based on balance processing.

【0040】

また、図15(a)及び(b)に戻り、所定の計測領域内の計測点で得られたフォーカス位置の最大値と最小値との平均値に基づいてオートフォーカス制御のみを施した場合には、図15(a)に示すように、振幅 $2 \cdot \Delta Z_a$ の曲がりをもつ露光面5aに対して、最大値とのフォーカス位置の差が ΔZ_a の面36Aが投影光学系の像面に合わせ込まれる。一方、振幅 $2 \cdot \Delta Z_a$ の曲がりをもつ露光面5aに対して、単にそれら計測点で得られたフォーカス位置の平均値に基づいてオートフォーカス制御を行うと共に、得られたフォーカス位置の最小値を近似

[0040]

It returns to FIG.15(a) and (b), when only an auto-focusing control is performed based on the average value of the maximum value of a focal position and the minimum value which were obtained in the measure point in the fixed measurement region, as shown in FIG.15(a), to exposure surface 5a which has the deflection of amplitude $2 \cdot (\Delta Z)_a$, the difference of a focal position with the maximum value

is adjusted with the image surface of a projection optical system in $(\Delta Z)_a$ surface 36A.

While controlling an auto focusing based on the average value of the focal position only obtained on the other hand in these measure points to exposure side 5a which has the deflection of amplitude $2 \cdot (\Delta Z)_a$

When an auto leveling control is performed

に基づいてオートレベリング制御を行うと、図15(b)に示すように、振幅 ΔZ_c ($> 2 \cdot \Delta Z_a$) の範囲内で最大値からのフォーカス位置の差が ΔZ_b ($> \Delta Z_a$) の面36Bが投影光学系の像面に合わせ込まれることがある。従って、オートレベリング機構を使用する場合でも使用しない場合でも、得られたフォーカス位置の最大値と最小値との平均値に基づいてオートフォーカス制御を行う方がフォーカス誤差が小さくなる。

【0041】

なお、本発明では、(フォーカス位置の最大値 Z_{\max} + フォーカス位置の最小値 Z_{\min}) / 2 で定まる面を像面に合わせ込むように制御しているが、デバイス工程によっては感光基板の露光面5aの凸部又は凹部の何れかの焦点深度が要求される場合もある。従って、所定の係数M及びNを用いて、次式のような比例配分で定まるフォーカス位置 Z_{MN} の面を像面に合わせるような制御を行うことが望ましい。

$$Z_{MN} = (M \cdot Z_{\max} + N \cdot Z_{\min}) / (M + N) \quad (4)$$

【0042】

【実施例】

以下、本発明の一実施例につき

based on least-square analogue of the obtained focal position, as shown in FIG.15(b)

The difference of the focal position from the maximum value within the range of an amplitude (DELTA) Z_c ($> 2 \cdot (\text{DELTA}) Z_a$)

May be adjusted with the image surface of a projection optical system in (DELTA) Z_b ($> (\text{DELTA}) Z_a$) surface 36B.

Therefore, when using an auto leveling mechanism, or even when not using it, in that which controls an auto focusing based on the average value of the maximum value of a focal position and the minimum value which were obtained, a focal error becomes smaller.

[0041]

In addition, it is controlling to put with an image surface the surface which becomes settled in (maximum-value of a focal position Z_{\max} + minimum value of a focal position Z_{\min}) / 2 in this invention.

However, depending on a device process, the depth of focus any of the protrusion part or concave part of exposure surface 5a of a photosensitive base plate may be required.

Therefore, it is desirable to perform a control which puts together with an image surface the surface of focal position Z_{MN} which becomes settled in a proration like following Formula using the fixed coefficients M and N.

$$Z_{MN} = (M \cdot Z_{\max} + N \cdot Z_{\min}) / (M + N) \quad (4)$$

[0042]

[EXAMPLES]

Hereafter, with reference to drawing, it

図面を参照して説明する。本実施例は、スリットスキャン露光方式の投影露光装置のオートフォーカス機構及びオートレベルング機構に本発明を適用したものである。図1は本実施例の投影露光装置を示し、この図1において、図示省略された照明光学系からの露光光ELによる矩形の照明領域（以下、「スリット状の照明領域」という）によりレチクル12上のパターンが照明され、そのパターンの像が投影光学系8を介してウエハ5上に投影露光される。この際、露光光ELのスリット状の照明領域に対して、レチクル12が図1の紙面に対して手前方向（又は向こう側）に一定速度Vで走査されるのに同期して、ウエハ5は図1の紙面に対して向こう側（又は手前方向）に一定速度 V/β （ $1/\beta$ は投影光学系8の縮小倍率）で走査される。

【0043】

レチクル12及びウエハ5の駆動系について説明するに、レチクル支持台9上にY軸方向（図1の紙面に垂直な方向）に駆動自在なレチクルY駆動ステージ10が載置され、このレチクルY駆動ステージ10上にレチクル微小駆動ステージ11が載置され、レチクル微小駆動ステー

demonstrates per Example of this invention.

This Example used this invention in the auto-focusing mechanism and auto leveling mechanism of a projection aligner of a slit scan exposure system.

FIG. 1 shows the projection aligner of this Example, in this FIG. 1, the pattern on reticule 12 is illuminated by the illumination area (henceforth "a slit illumination area") of the rectangle by the exposure light EL from the illumination optical system by which the illustration abbreviation was carried out, the projection exposure of the image of the pattern is carried out on wafer 5 through the projection optical system 8.

In this case, it synchronizes with reticule 12 being scanned at the fixed speed V in the direction of a foreground (or other side) to the paper surface of FIG. 1 to the slit illumination area of the exposure light EL, wafer 5 is scanned by the other side (or the direction of a foreground) to the paper surface of FIG. 1 by fixed speed $V / (\beta)$ ($1 / (\beta)$ is the reduction multiplying factor of the projection optical system 8).

[0043]

If the drive system of reticule 12 and wafer 5 is demonstrated, it positions the drivable reticule Y actuation stage 10 on the reticule support stand 9 in the direction of a Y-axis (direction perpendicular to the paper surface of FIG. 1), it mounts the reticule micro actuation stage 11 on this reticule Y actuation stage 10, reticule 12 is maintained by the vacuum chuck etc. on the reticule micro actuation stage 11.

ジ 1 1 上にレチクル 1 2 が真空チャック等により保持されている。レチクル微小駆動ステージ 1 1 は、投影光学系 8 の光軸に垂直な面内で図 1 の紙面に平行な X 方向、Y 方向及び回転方向 (θ 方向) にそれぞれ微小量だけ且つ高精度にレチクル 1 2 の位置制御を行う。レチクル微小駆動ステージ 1 1 上には移動鏡 2 1 が配置され、レチクル支持台 9 上に配置された干渉計 1 4 によって、常時レチクル微小駆動ステージ 1 1 の X 方向、Y 方向及び θ 方向の位置がモニターされている。干渉計 1 4 により得られた位置情報 S 1 が主制御系 2 2 A に供給されている。

【 0 0 4 4 】

一方、ウェハ支持台 1 上には、Y 軸方向に駆動自在なウェハ Y 軸駆動ステージ 2 が載置され、その上に X 軸方向に駆動自在なウェハ X 軸駆動ステージ 3 が載置され、その上に Z レベリングステージ 4 が設けられ、この Z レベリングステージ 4 上にウェハ 5 が真空吸着によって保持されている。Z レベリングステージ 4 上にも移動鏡 7 が固定され、外部に配置された干渉計 1 3 により、Z レベリングステージ 4 の X 方向、Y 方向及び θ 方向の位置がモニターされ、干渉計 1 3 により得られた位置情報

The reticule micro actuation stage 11 carries out position control of reticule 12 to the optic axis of the projection optical system 8 within a perpendicular in the X direction, Y-direction, and rotation direction (the direction of (θ)) of FIG. 1 parallel to a paper surface, respectively with high accuracy and only a micro amount.

The transfer mirror 21 is arranged on the reticule micro actuation stage 11, interferometer 14 arranged on the reticule support stand 9 always monitors the position of the X direction, the Y-direction, and the direction of (θ) of the reticule micro actuation stage 11.

Positional-information S1 obtained by interferometer 14 is supplied to main-control group 22A.

[0044]

On the other hand, on the wafer support stand 1, it mounts the drivable wafer Y-axis actuation stage 2 in the direction of a Y-axis, it mounts the wafer X-axis actuation stage 3 drivable in the direction of the X-axis on it, z leveling stage 4 is provided on it, wafer 5 is maintained by the vacuum suction on this Z leveling stage 4.

The transfer mirror 7 is fixed also on Z leveling stage 4, interferometer 13 arranged outside monitors the position of the X direction, the Y-direction, and the direction of (θ) of Z leveling stage 4, the positional information acquired by interferometer 13 is also supplied to main-control group 22A.

Main-control group 22A controls an operation of the whole apparatus while controlling a

も主制御系 22A に供給されている。主制御系 22A は、ウエハ駆動装置 22B 等を介してウエハ Y 軸駆動ステージ 2、ウエハ X 軸駆動ステージ 3 及び Z レベリングステージ 4 の位置決め動作を制御すると共に、装置全体の動作を制御する。

【0045】

また、ウエハ側の干渉計 13 によって計測される座標により規定されるウエハ座標系と、レチクル側の干渉計 14 によって計測される座標により規定されるレチクル座標系の対応をとるために、Z レベリングステージ 4 上のウエハ 5 の近傍に基準マーク板 6 が固定されている。この基準マーク板 6 上には各種基準マークが形成されている。これらの基準マークの中には Z レベリングステージ 4 側に導かれた照明光により裏側から照明されている基準マーク、即ち発光性の基準マークも設けられている。

【0046】

本例のレチクル 12 の上方には、基準マーク板 6 上の基準マークとレチクル 12 上のマークとを同時に観察するためのレチクルアライメント顕微鏡 19 及び 20 が装備されている。この場合、レチクル 12 からの検出

positioning operation of the wafer Y-axis actuation stage 2, the wafer X-axis actuation stage 3, and Z leveling stage 4 through wafer drive-unit 22B etc.

[0045]

Moreover, in order to take correspondence of the wafer system of coordinates specified by the coordinates measured by interferometer 13 by the side of a wafer, and the reticule system of coordinates specified by the coordinates measured by interferometer 14 by the side of a reticule, the reference mark board 6 is being fixed near wafer 5 on Z leveling stage 4.

Various reference marks are formed on this reference mark board 6.

In these reference marks, the reference mark currently illuminated from the back side by the illumination light led to the Z leveling stage 4 side, i.e., a luminescent reference mark, is provided.

[0046]

The reticule alignment microscopes 19 and 20 for observing simultaneously the reference mark on the reference mark board 6 and the mark on reticule 12 are equipped above reticule 12 of this example.

In this case, the deviation mirrors 15 and 16 for leading the detection light from reticule 12 to the

光をそれぞれレチクルアライメント顕微鏡 19 及び 20 に導くための偏向ミラー 15 及び 16 が移動自在に配置され、露光シーケンスが開始されると、主制御系 22A からの指令のもとで、ミラー駆動装置 17 及び 18 によりそれぞれ偏向ミラー 15 及び 16 は待避される。

reticule alignment microscopes 19 and 20, respectively are arranged movably, if an exposure sequence is started, the deviation mirrors 15 and 16 will shunt with the mirror drive units 17 and 18 under the command from main-control group 22A, respectively.

【0047】

図 1 のスリットスキャン方式の投影露光装置に、図 20 及び図 21 を参照して説明した従来方式の斜め入射型の多点フォーカス位置検出系を装着する。但し、本例の多点フォーカス位置検出系は、計測点の個数が従来例よりも多いと共に、計測点の配置が工夫されている。図 2 (b) は、図 21 (b) の従来のパターン形成板 62 に対応する本例のパターン形成板 62A を示し、図 2 (b) に示すように、パターン形成板 62A の第 1 列目には 9 個のスリット状の開口パターン 72-11-72-19 が形成され、第 2 列目～第 5 列目にもそれぞれ 9 個の開口パターン 72-12-72-59 が形成されている。即ち、パターン形成板 62A には、合計で 45 個のスリット状の開口パターンが形成されており、これらのスリット状の開口パターンの像が図 1 のウエハ 5 の露光面上

[0047]

It equips with the oblique-incidence type multipoint focus position detection system of the conventional system demonstrated to the projection aligner of the slit scan system of FIG. 1 with reference to FIG.20 and FIG.21.

However, while the multipoint focus position detection system of this example has more numbers of a measure point than a prior art example, the arrangement of a measure point is devised.

FIG.2(b) shows pattern form board-forming 62A of this example corresponding to the conventional pattern form board forming 62 of FIG.21(b), nine slit opening patterns 72-11-72-19 are formed in the 1st row of pattern form board-forming 62A as shown in FIG.2(b), nine opening patterns 72-12-72-59 are formed also in 2nd row-5th row, respectively.

That is, 45 slit opening patterns are formed in pattern form board-forming 62A in total, the image of these slit opening patterns is aslant projected on the exposure surface of wafer 5 of FIG. 1 to the X-axis and a Y-axis.

にX軸及びY軸に対して斜めに投影される。

【0048】

図2(a)は、本例の投影光学系8の下方のウェハ5の露光面を示し、この図2(a)において、投影光学系8の円形の照明視野23に内接するX方向に長い矩形の露光フィールド24内に図1のレチクル12のパターンが露光され、この露光フィールド24に対してY方向にウェハ5が走査(スキャン)される。本例の多点フォーカス位置検出系により、露光フィールド24のY方向の上側のX方向に伸びた第1列の9個の計測点AF11～AF19、第2列の計測点AF21～AF29、露光フィールド24内の第3列の計測点AF31～AF39、露光フィールド24のY方向の下側の第4列の計測点AF41～AF49及び第5列の計測点AF51～AF59にそれぞれスリット状の開口パターンの像が投影される。

[0048]

FIG.2(a) shows the exposure side of wafer 5 of the downward direction of the projection optical system 8 of this example, in this FIG.2(a), the pattern of reticule 12 of FIG. 1 is exposed in the exposure field 24 of a rectangle long to the X direction inscribed in the circular illumination visual field 23 of the projection optical system 8, wafer 5 is scanned by the Y-direction to this exposure field 24 (scan).

By the multipoint focus position detection system of this example, nine measure-point AF11-AF(s)19 of a 1st row, measure-point AF21-AF29 of a 2nd row which were extended to the X direction of the Y-direction top side of the exposure field 24, measure-point AF31-AF39 of the 3rd row in the exposure field 24, measure-point AF41-AF49 of the 4th row of the Y-direction bottom of the exposure field 24, and measure-point AF51-AF59 of a 5th row, the image of a respectively slit opening pattern is projected on the above.

【0049】

図2(c)は、本例の多点フォーカス位置検出系の受光器69Aを示し、この受光器69A上に第1列目には9個の受光素子75-11～75-19が配置され、第2列目～第5列目にも

[0049]

FIG.2(c) shows photodetector 69A of the multipoint focus position detection system of this example, nine light receiving elements 75-11-75-19 are arranged on this photodetector 69A at 1st row, nine light receiving elements 75-12-75-59 are arranged also at 2nd row-5th

それぞれ9個の受光素子75-11~75-59が配置されている。即ち、受光器69Aには、合計で45個の受光素子が配列されており、各受光素子上にはスリット状の絞（図示省略）が配置されている。また、それら受光素子75-11~75-59上にそれぞれ図2(a)の計測点AF11~AF59に投影されたスリット状の開口パターン（図示省略）の像が再結像される。そして、ウェハ5の露光面で反射された光を、図20の回転方向振動板67に対応する振動板で回転振動することで、受光器69A上では再結像された各像の位置が絞りの幅方向であるRD方向に振動する。

【0050】

各受光素子75-11~75-59の検出信号が信号処理装置71Aに供給され、信号処理装置71Aではそれぞれの検出信号を回転振動周波数の信号で同期検波することにより、ウェハ上の各計測点AF11~AF59のフォーカス位置に対応する45個のフォーカス信号を生成し、これら45個のフォーカス信号の内の所定のフォーカス信号より後述のように、ウェハの露光面の傾斜角（レベルング角）及び平均的なフォーカス位置を算出する。これら計測されたレ

row, respectively.

That is, 45 light receiving elements are arranged in total by photodetector 69A, slit dapple (illustration abbreviation) is arranged on each light receiving element.

Moreover, it re-image-forms the image of the slit opening pattern projected on these light-receiving-elements 75-11-75-59 at measure-point AF11-AF59 of FIG.2(a), respectively.

And on light-receiver 69A, the position of each image which it re-image-formed vibrates the light reflected in respect of exposure of wafer 5 in the RD direction which is a width direction of dapple by carrying out rotational vibration by the diaphragm corresponding to the rotation-direction diaphragm 67 of FIG. 20.

[0050]

The detecting signal of each light receiving element 75-11-75-59 is supplied to signal-processing apparatus 71A, in signal provision apparatus 71A, the synchronous detection of each detecting signal is carried out by the signal of a rotational-vibration frequency. This generates 45 focal signals corresponding to the focal position of measure-point AF11-AF59 on a wafer, from the fixed focal signal of these 45 focal signals as after-mentioned, the tilt angle (leveling angle) and the average focal position of an exposure surface of a wafer are computed.

The leveling angle and the focal position which were these-measured are supplied to

ベリング角及びフォーカス位置は図1の主制御系22Aに供給され、主制御系22Aは、その供給されたレベリング角及びフォーカス位置に基づいて駆動装置22B及びZレベリングステージ4を介してウェハ5のレベリング角及びフォーカス位置の設定を行う。

main-control group 22A of FIG. 1, main-control group 22A performs the leveling angle of wafer 5, and a setup of a focal position through drive-unit 22B and Z leveling stage 4 based on the leveling angle and focal position which were supplied.

【0051】

従って、本例では図2(a)に示す45個の全ての計測点AF11~AF59のフォーカス位置を計測することができる。但し、本例では、図3に示すように、ウェハのスキャン方向に応じてそれら45個の計測点中で実際にフォーカス位置を計測する点(以下、「サンプル点」という)の位置を変えている。一例として、図3(a)に示すように、露光フィールド24に対してY方向にウェハをスキャンする場合で、且つ後述のような分割先読みを行う場合には、第2列25Bの計測点中の奇数番目の計測点AF21, AF23, ..., AF29及び露光フィールド24内の偶数番目の計測点AF32, AF34, ..., AF38がサンプル点となる。また、図3(b)に示すように、露光フィールド24に対して-Y方向にウェハをスキャンする場合で、且つ後述のような分割

[0051]

Therefore, in this example, all the focal positions of measure-point AF11-AF59 of 45 pieces shown in FIG.2(a) are measurable.

However, as shown in FIG. 3 in this example, the position of the point (henceforth a "sample point") which actually measures a focal position all over these 45 measure points according to the scan direction of a wafer is changed.

As an example as shown in FIG.3(a), when scanning a wafer to a Y-direction to the exposure field 24, and when partition pre-reading like the after-mentioned is performed, odd-numbered measure-point AF21, AF23, ..., AF29 in the measure point of 2nd row 25B and even-numbered measure-point AF32, AF34, ..., AF38 in the exposure field 24 become a sample point.

Moreover, when scanning a wafer to -Y-direction to the exposure field 24 as shown in FIG.3(b), and when performing partition pre-reading like the after-mentioned, the odd-numbered measure points AF41, AF43, ..., AF49 in the measure point of 4th row 25D and the even-numbered measure points AF32, AF34, ..., AF38 in the exposure field 24 turn into

先読みを行う場合には、第4列 a sample point.
 25Dの計測点中の奇数番目の
 計測点AF41, AF43, …
 …, AF49及び露光フィールド24内の偶数番目の計測点AF32, AF34, …, AF38がサンプル点となる。

【0052】

更に、スリットスキャン露光時のフォーカス位置の計測結果は、ウエハ側のステージの移動座標に応じて逐次変化していくため、それらフォーカス位置の計測結果は、ステージのスキャン方向の座標及び非スキャン方向の計測点の座標よりなる2次元のマップとして図1の主制御系22A内の記憶装置に記憶される。このように記憶された計測結果を用いて、露光時のウエハのフォーカス位置及びレベリング角が算出される。そして、実際に図1のZレベリングステージ4を駆動してウエハの露光面のフォーカス位置及びレベリング角を設定する場合は、計測結果に従ってオープンループ制御によりZレベリングステージ4の動作が制御される。この場合、予め計測された結果に基づいて露光フィールド24内での露光が行われる。即ち、図4(a)に示すように、例えば第2列25Bの計測点の所定のサンプリング点でウエハ上の領域26の

[0052]

Furthermore, since the measured result of the focal position at the time of slit scan exposure varies sequentially according to the transfer coordinates of the stage by the side of a wafer, the measured result of these focus position is stored in the memory unit in main-control group 22A of FIG. 1 as a 2-dimensional map which is made of coordinates of the scan direction of a stage, and coordinates of the measure point of the non-scanning direction.

Thus, the focal position and leveling angle of a wafer at the time of exposure are computed using the stored measured result.

And when actually actuating Z leveling stage 4 of FIG. 1 and setting up the focal position and leveling angle of an exposure side of a wafer, according to a measured result, an operation of Z leveling stage 4 is controlled by an open loop control.

In this case, exposure in the exposure field 24 is performed based on the result measured beforehand.

That is, measurement of the focal position of area 26 on a wafer is performed as shown in FIG.4(a) at the fixed sampling point of the measure point of for example, 2nd row 25B, when area 26 on a wafer reaches in the

フォーカス位置の計測が行われ、その後図4 (b) に示すようにウエハ上の領域26が露光フィールド24内に達したときに、図4 (a) での計測結果に基づいて、ウエハ上の領域26のフォーカシング及びレベリング制御が行われる。

exposure field 24 as shown in FIG.4(b) after that, based on the measured result in FIG.4(a), the focusing of area 26 on a wafer and a leveling control are performed.

【0053】

図5は本例のZレベリングステージ4及びこの制御系を示し、この図5において、Zレベリングステージ4の上面部材は下面部材上に3個の支点28A～28Cを介して支持されており、各支点28A～28Cはそれぞれフォーカス方向に伸縮できるようになっている。各支点28A～28Cの伸縮量を調整することにより、Zレベリングステージ4上のウエハ5の露光面のフォーカス位置、スキャン方向の傾斜角 θ_y 及び非スキャン方向の傾斜角 θ_x を所望の値に設定することができる。各支点28A～28Cの近傍にはそれぞれ、各支点のフォーカス方向の変位量を例えば0.01 μm 程度の分解能で計測できる高さセンサー29A～29Cが取り付けられている。なお、フォーカス方向(Z方向)への位置決め機構として、よりストロークの長い高精度な機構を別に設けても良い。

[0053]

FIG. 5 shows Z leveling stage 4 of this example, and this control system, in this FIG. 5, the upper-face member of Z leveling stage 4 is supported through three fulcra 28A-28C on the undersurface member, each fulcrum 28A - 28C can be expanded now in the direction of a focus, respectively.

By adjusting each fulcrum 28A - 28C expansion amount, tilt-angle (θ_y) of the focal position of the exposure side of wafer 5 on Z leveling stage 4 and the scan direction and tilt-angle (θ_x) of the non-scanning direction can be set as a desired value.

Near fulcrum 28A - 28C, height sensor 29A-29C which can respectively measure the displacement amount of the direction of a focus of each fulcrum with the resolution of about 0.01 micrometer is attached.

In addition, it may establish independently the highly accurate mechanism in which a stroke is longer, as a positioning mechanism to the direction of a focus (Z direction).

【 0 0 5 4 】

Zレベリングステージ4のレベリング動作を制御するために、主制御系22Aはフィルタ部30A及び30Bにそれぞれ刻々に変化する非スキャン方向の設定すべき傾斜角 θ_x 及びスキャン方向の設定すべき傾斜角 θ_y を供給する。フィルタ部30A及び30Bはそれぞれ異なるフィルタ特性でフィルタリングして得られた傾斜角を演算部31に供給し、主制御系22Aは演算部31にはウェハ5上の露光対象とする領域の座標W(X, Y)を供給する。演算部31は、座標W(X, Y)及び2つの傾斜角に基づいて駆動部32A～32Cに設定すべき変位量の情報を供給する。各駆動部32A～32Cにはそれぞれ高さセンサー29A～29Cから支点29A～29Cの現在の高さの情報も供給され、各駆動部32A～32Cはそれぞれ支点29A～29Cの高さを演算部31に設定された高さに設定する。

【 0 0 5 5 】 これにより、ウェハ5の露光面のスキャン方向の傾斜角及び非スキャン方向の傾斜角がそれぞれ所望の値に設定されるが、この際にフィルタ部30A及び30Bの特性の相違により、スキャン方向のレベリ

[0054]

In order to control a leveling operation of Z leveling stage 4, main-control group 22A supplies tilt-angle (θ_x) which should set up the non-scanning direction and tilt-angle (θ_y) which should set up the scan direction which varies to the filter parts 30A and 30B every moment, respectively.

The filter parts 30A and 30B supply the tilt angle filtered and obtained in a filter property different, respectively to an arithmetic_section 31, main-control group 22A supplies the coordinates W of the area made into the exposure object on wafer 5 (X, Y) to an arithmetic_section 31.

An arithmetic_section 31 supplies the information on the displacement amount which should be set as drive-part 32A-32C based on Coordinates W (X, Y) and two tilt angle.

The information on the present height of height sensor 29A-29C to fulcrum 29A-29C is also supplied to each drive-part 32A - 32C, respectively, each drive-part 32A - 32C sets the height of fulcrum 29A-29C as the height set as the arithmetic_section 31, respectively.

[0055]

Thereby, the tilt angle of the scan direction of the exposure surface of wafer 5 and the tilt angle of the non-scanning direction are set as a desired value, respectively.

However, at this point, it is alike and the response frequency f_m of leveling of the scan

ングの応答周波数 f_m [Hz] が非スキャン方向のレベリングの応答速度 f_n [Hz] よりも高めに設定されている。一例としてスキャン方向のレベリングの応答周波数 f_m は 10 Hz、非スキャン方向のレベリングの応答速度 f_n は 2 Hz である。

【0056】

また、支点 28A、28B 及び 28C が配置されている位置をそれぞれ駆動点 TL1、TL2 及び TL3 と呼ぶと、駆動点 TL1 及び TL2 は Y 軸に平行な 1 直線上に配置され、駆動点 TL3 は駆動点 TL1 と TL2 との垂直二等分線上に位置している。そして、投影光学系によるスリット状の露光フィールド 24 が、ウェハ 5 上のショット領域 SA_{ij} 上に位置しているものとする。本例では、支点 28A ~ 28C を介してウェハ 5 のレベリング制御を行う際に、そのショット領域 SA_{ij} のフォーカス位置は変化しない。従って、レベリング制御とフォーカス制御とが分離した形で行われるようになっている。また、ウェハ 5 の露光面のフォーカス位置の設定は、3 個の支点 28A ~ 28C を同じ量だけ変位させることにより行われる。

【0057】

次に、本例のレベリング動作及

direction [Hz] is higher set up by the difference of the property of the filter parts 30A and 30B rather than the response speed f_n of leveling of the non-scanning direction [Hz].

The response frequency f_m of leveling of the scan direction is 10Hz as an example, the response speed f_n of leveling of the non-scanning direction is 2Hz.

[0056]

Moreover, when the position where Fulcra 28A, 28B, and 28C are arranged is called the actuating points TL1, TL2, and TL3, respectively, it is, the actuating points TL1 and TL2 are arranged on 1 linear parallel to a Y-axis, the actuating point TL3 is positioned on a perpendicular dividing two equal parts line with the actuating points TL1 and TL2.

And if the slit exposure field 24 by a projection optical system shall be positioned on shot_region SA_{ij} on wafer 5, when it will control leveling of wafer 5 by this example through fulcrum 28A-28C, the shot_region SA_{ij} focus position does not change.

Therefore, it is carried out in the form which the leveling control and the focal control separated. Moreover, a setup of the focal position of the exposure side of wafer 5 is performed when only the same amount displaces three fulcra 28A-28C.

[0057]

Next, it demonstrates to a detail per a leveling

びフォーカシング動作につき詳細に説明する。先ず、レベルリング用の傾斜角及びフォーカシング用のフォーカス位置の算出法を示す。

(A) 傾斜角の算出法

図4に示すように、各列の計測点において非スキャン方向のm番目のサンプル点のX座標を X_m 、スキャン方向のn番目のサンプル点のY座標を Y_n として、X座標 X_m 及びY座標 Y_n のサンプル点で計測されたフォーカス位置の値を $\Delta F(X_m, Y_n)$ で表す。また、非スキャン方向のサンプル数をM、スキャン方向のサンプリング数をNとして、次の演算を行う。但し、和演算 Σ_m は添字mに関する1～Mまでの和を表す。

【0058】

$SX = \Sigma_m X_m$, $SX^2 = \Sigma_m X_m^2$, $SMZ = \Sigma_m \Delta F(X_m, Y_n)$,

$SXZ = \Sigma_m (\Delta F(X_m, Y_n) \cdot X_m)$ (5)

同様に、和演算 Σ_n が添字nに関する1～Nまでの和を表すものとして、次の演算を行う。

$SY = \Sigma_n Y_n$, $SY^2 = \Sigma_n Y_n^2$, $SNZ = \Sigma_n \Delta F(X_m, Y_n)$,

$SYZ = \Sigma_n (\Delta F(X_m, Y_n) \cdot Y_n)$ (6)

operation of this example, and focusing operation.

First, the method of computing the tilt angle for leveling and the focal position for focusing is shown.

(A) The method of computing tilt angle

As shown in FIG. 4, in the measure point of each row, the x coordinate of the m-th sample point of the non-scanning direction is made into X_m , and the y coordinate of the sample point of the nth of the scan direction is made into Y_n , the value of the focal position measured at the sample point of x-coordinate X_m and y-coordinate Y_n is expressed with $\Delta F(X_m, Y_n)$.

Moreover, the number of samples of the non-scanning direction is set to M, and the next calculation is performed by setting the number of sampling of the scan direction to N.

However, a sum calculation (SIGMA) m expresses the sum to 1-M about Subscript m.

[0058]

$SX = (\Sigma_m X_m)$, $SX^2 = (\Sigma_m X_m^2)$, $SMZ = (\Sigma_m \Delta F(X_m, Y_n))$,

$SXZ = (\Sigma_m (\Delta F(X_m, Y_n) \cdot X_m))$ (5)

Similarly, a sum calculation (SIGMA) n performs the next calculation as a thing showing the sum to 1-N about Subscript n.

$SY = (\Sigma_n Y_n)$, $SY^2 = (\Sigma_n Y_n^2)$, $SNZ = (\Sigma_n \Delta F(X_m, Y_n))$,

$SYZ = (\Sigma_n (\Delta F(X_m, Y_n) \cdot Y_n))$ (6)

【 0 0 5 9 】

そして、(5) 式及び (6) 式を用いて次の演算を行う。

$$\Delta n = (S X \cdot S M Z - M \cdot S X Z) / (S X^2 - M \cdot S X^2) \quad (7)$$

$$\Delta m = (S Y \cdot S N Z - N \cdot S Y Z) / (S Y^2 - N \cdot S Y^2) \quad (8)$$

次に、各 Δn より、最小自乗近似によりスキャン方向の n 番目のサンプル点における非スキャン方向 (X 方向) の傾斜角 ΔL (Y_n) を求め、各 Δm より、最小自乗近似により非スキャン方向の m 番目のサンプル点におけるスキャン方向 (Y 方向) の傾斜角 ΔL (X_m) を求める。その後、次のような平均化処理により非スキャン方向の傾斜角 θ_x 及びスキャン方向の傾斜角 θ_y を求める。

$$\theta_x = (\sum_n \Delta L(Y_n)) / N \quad (9)$$

$$\theta_y = (\sum_m \Delta L(X_m)) / N \quad (10)$$

【 0 0 6 0 】

(B) フォーカス位置算出法
 フォーカス位置の算出法には平均化処理法と最大最小検出法とがあり、本例では最大最小検出法でフォーカス位置を算出する。参考のため、平均化処理法では、上述のフォーカス位置の

[0059]

And the next calculation is performed using (5) Formula and (6) Formula.

$$\Delta n = (S X \cdot S M Z - M \cdot S X Z) / (S X^2 - M \cdot S X^2) \quad (7)$$

$$\Delta m = (S Y \cdot S N Z - N \cdot S Y Z) / (S Y^2 - N \cdot S Y^2) \quad (8)$$

Next, it requires for the tilt angle ΔL (Y_n) of the non-scanning direction (X direction) in the sample point of the n th of the scan direction by least-square analogue from each Δn , from each Δm , it requires for the tilt angle ΔL (X_m) of the scan direction (Y-direction) in the m -th sample point of the non-scanning direction by least-square analogue.

After that, tilt-angle (θ_x) of the non-scanning direction and tilt-angle (θ_y) of the scan direction are calculated by the following balance treatment.

$$(\theta_x) = ((\Sigma)_n \Delta L(Y_n)) / N \quad (9)$$

$$(\theta_y) = ((\Sigma)_m \Delta L(X_m)) / N \quad (10)$$

[0060]

(B) The focal position computing method

There are the balance treating method and the maximum minimum detection method in the method of computing a focal position.

In this example, a focal position is computed with the maximum minimum detection method. By the balance treating method, the overall

値 $\Delta F(X_m, Y_n)$ を用いて、次式よりウエハ5の露光面の全体としてのフォーカス位置 $\langle \Delta F \rangle$ を計算する。

$$\langle \Delta F \rangle = (\sum_n \sum_m \Delta F(X_m, Y_n)) / (M \cdot N) \quad (1)$$

focal position $\langle \Delta F \rangle$ of the exposure side of wafer 5 is calculated from following Formula using the value $\Delta F(X_m, Y_n)$ of the above-mentioned focal position for reference.

$$\langle \Delta F \rangle = (\text{SIGMA})_n (\text{SIGMA})_m \Delta F(X_m, Y_n) / (M \cdot N) \quad (11)$$

【0061】

次に、最大最小検出法では、最大値及び最小値を表す関数をそれぞれ $\text{Max}()$ 及び $\text{Min}()$ として、次式よりウエハ5の露光面の全体としてのフォーカス位置 $\Delta F'$ を計算する。

$$\Delta F' = (\text{Max}(\Delta F(X_m, Y_n)) + \text{Min}(\Delta F(X_m, Y_n))) / 2 \quad (12)$$

そして、図4(b)に示すように、計測された領域26が露光フィールド24に達したときには、(9)式、(10)式、(12)式の検出結果 θ_x 、 θ_y 及び $\Delta F'$ に基づいて、図5の3個の支点28A~28Cがそれぞれ高さセンサー29A~29Cの計測結果を基準としてオープンループで駆動される。具体的に、オートフォーカス制御は、3個の支点28A~28Cを同時に駆動することにより実行され、オートレベリング制御は、図5に示す露光フィールド24内のフォーカス位置が変化しないように実行される。

[0061]

Next, overall focal position $\Delta F'$ of the exposure surface of wafer 5 is calculated from following Formula by setting to $\text{Max}()$ and $\text{Min}()$ the function which expresses the maximum value and the minimum value with the maximum minimum detection method, respectively.

$$\Delta F' = (\text{Max}(\Delta F(X_m, Y_n)) + \text{Min}(\Delta F(X_m, Y_n))) / 2 \quad (12)$$

And when the measured area 26 arrives at the exposure field 24 as shown in FIG.4(b), based on detected_result (θ_x, θ_y) and of (9) Formula, (10) Formula, and (12) Formula, and $\Delta F'$, three fulcra 28A-28C of FIG. 5 actuates with open-loop on the basis of the measured result of height sensor 29A-29C, respectively.

An auto-focusing control is specifically performed by actuating three fulcra 28A-28C simultaneously, an auto leveling control is performed so that the focal position in the exposure field 24 shown in FIG. 5 may not vary.

【 0 0 6 2 】

即ち、図5において、露光フィールド24の中心点と支点28A、28BのX方向の間隔を X_1 、露光フィールド24の中心点と支点28CのX方向の間隔を X_2 、露光フィールド24の中心点と支点28AのY方向の間隔を Y_1 、露光フィールド24の中心点と支点28BのY方向の間隔を Y_2 として、非スキャン方向の傾斜角 θ_x の結果に基づき、支点28A、28Bと支点28Cとにそれぞれ $X_1 : X_2$ との比で逆方向の変位が与えられ、スキャン方向の傾斜角 θ_y の結果に基づき、支点28Aと支点28Bとにそれぞれ $Y_1 : Y_2$ との比で逆方向の変位が与えられる。

[0062]

That is, in FIG. 5, let the spacing of the X direction of the central point of the exposure field 24, and Fulcra 28A and 28B be X_1 , let the spacing of the central point of the exposure field 24, and the X direction of fulcrum 28C be X_2 , let the spacing of the central point of the exposure field 24, and the Y-direction of fulcrum 28A be Y_1 , let the spacing of the central point of the exposure field 24, and the Y-direction of fulcrum 28B be Y_2 , based on the result of tilt-angle $(\theta)_x$ of the non-scanning direction, Fulcra 28A and 28B and fulcrum 28C impart a displacement of a reverse direction with the ratio of $X_1 : X_2$, respectively, based on the result of tilt-angle $(\theta)_y$ of the scan direction, fulcrum 28A and fulcrum 28B impart a displacement of a reverse direction with the ratio of $Y_1 : Y_2$, respectively.

【 0 0 6 3 】

また、上記処理法では、フォーカス位置及び傾斜角が露光装置に応じて刻々変化するので実際のフォーカス位置の計測値を補正する必要がある。図6(a)は、或るフォーカス位置の計測点(AF点)でウェハの露光面5a上の領域26の全体としてのフォーカス位置及び傾斜角を計測している状態を示し、図6(a)の状態では、図5の各駆動点TL1～TL3にある支点のフォーカス方向の駆動量 $\langle TL1 \rangle$ 、 $\langle TL2 \rangle$ 及び $\langle TL3 \rangle$

[0063]

Moreover, by the above-mentioned processing method, since a focal position and tilt angle change every moment according to an exposure apparatus, it is necessary to amend the measured value of an actual focal position. FIG.6(a) shows the state where the overall focal position and the tilt angle of area 26 on exposure surface 5a of a wafer are measured in the measure point (AF point) of a certain focal position, in the state of FIG.6(a), the actuation amount $\langle TL1 \rangle$, $\langle TL2 \rangle$, and $\langle TL3 \rangle$ of the direction of a focus of the fulcrum in each actuating point-of-view TL1-TL3 of FIG. 5 presuppose that it is 0 (standard position),

はそれぞれ0（基準位置）であるとする。そして、その領域26が図6（b）に示すように、露光フィールド内の露光点に達したときには、露光のためにそれら駆動量はそれぞれ、 $\langle TL1 \rangle = a$ 、 $\langle TL2 \rangle = b$ 、 $\langle TL3 \rangle = c$ 、に設定される。この場合、フォーカス位置の計測点（AF点）で計測されている領域26Aのフォーカス位置は、図6（a）の場合に比べて ΔF だけ変化しているが、この ΔF の変化量には各駆動点TL1～TL3における駆動量の影響が含まれているため、次に領域26Aの露光を行う場合には、図6（b）の状態での各駆動点TL1～TL3の駆動量を補正する形でレベリング及びフォーカシングを行う必要がある。

【0064】

即ち、領域26に関して計測されたフォーカス位置、X方向の傾斜角及びY方向の傾斜角をそれぞれ F_1 、 θ_{1X} 及び θ_{1Y} として、領域26Aに関して計測されたフォーカス位置、X方向の傾斜角及びY方向の傾斜角をそれぞれ F_n' 、 θ_{nX}' 及び θ_{nY}' とする。また、フォーカス位置の計測点（AF点）と露光点とのX方向及びY方向の間隔をそれぞれ ΔX 及び ΔY とすると、

respectively.

And when area 26 reaches the exposing point in an exposure field as shown in FIG.6(b), these actuation amount is respectively set as $\langle TL1 \rangle = a$, $\langle TL2 \rangle = b$, and $\langle TL3 \rangle = c$ for exposure.

In this case, in the focal position of area 26A currently measured in the measure point (AF point) of a focal position, only F (DELTA) is changing compared with the case of FIG.6(a).

However, since the influence of the actuation amount in each actuating point-of-view TL1-TL3 is included in the variation of this (DELTA) F , to next expose area 26A, it is necessary to perform leveling and a focusing in the form which amends the actuation amount of each actuating point-of-view TL1-TL3 in the state of FIG.6(b).

[0064]

That is, the focal position measured about area 26, the tilt angle of X direction, and tilt angle of a Y-direction are made into F_1 , (θ_{1X}) and (θ_{1Y}) , respectively, the focal position measured about area 26A, the tilt angle of X direction, and tilt angle of a Y-direction are made into F_n' , $(\theta_{nX})'$, and $(\theta_{nY})'$, respectively.

Moreover, when the spacing of the X direction and the Y-direction of the measure point (AF point) of a focal position and an exposing point is made into (DELTA) X and (DELTA) Y ,

フォーカス位置の補正量 ΔF_1 は次のようになる。

$$\Delta F_1 = -F_1 - \theta_{1X} \cdot \Delta X - \theta_{1Y} \cdot \Delta Y \quad (13)$$

corrected-amount (DELTA) F_1 of a focal position is as follows.

$$F_1 = -F_1 - (\theta_{1X} \cdot (\text{DELTA})X - (\theta_{1Y} \cdot (\text{DELTA})Y) \quad (13)$$

【0065】

その補正量 ΔF_1 を用いると、領域 26A に関して計測されたフォーカス位置、X 方向の傾斜角及び Y 方向の傾斜角のそれぞれの補正後の値 F_n 、 θ_{nX} 及び θ_{nY} は次のようになる。

$$F_n = F_n' + \Delta F_1 \quad (14)$$

$$\theta_{nX} = \theta_{nX}' - \theta_{1X} \quad (15)$$

$$\theta_{nY} = \theta_{nY}' - \theta_{1Y} \quad (16)$$

また、ウェハ 5 の露光面の高周波の凸凹面に対しては追従しない様に応答性を管理する必要がある。即ち、ウェハ 5 の走査速度が変わった場合も、ステージ位置に対応した応答が要求されるので、計測されたフォーカス位置及び傾斜角を高速フーリエ変換 (FFT) 用の数値フィルターで管理するか、図 5 の 3 個の支点 28A ~ 28C の駆動部のサーボゲインを速度に応じて可変できる機構にする。但し、FFT 用の数値フィルターは予備スキャンが必要で、サーボゲインは位相遅れがあるので、これらを考慮した機構が必要である。

【0066】

[0065]

When the corrected-amount (DELTA) F_1 is used, the focal position measured about area 26A, value after the tilt angle of X direction and the tilt angle of a Y-direction amend F_n , (θ_{nX}) , and (θ_{nY}) are as follows.

$$F_n = F_n' + (\text{DELTA}) F_1 \quad (14)$$

$$(\theta_{nX}) = (\theta_{nX})' - (\theta_{1X}) \quad (15)$$

$$(\theta_{nY}) = (\theta_{nY})' - (\theta_{1Y}) \quad (16)$$

Moreover, to the uneven surface where the exposure surface of wafer 5 is high frequency, it is necessary to manage a response characteristic so that it may not follow.

That is, also when the scanning rate of wafer 5 changes, the response corresponding to a stage position is required.

Therefore, it is made the mechanism in which the focal position and tilt angle which were measured are managed with the numerical filter for FFT (FFT), or the servo gain of three drive parts of fulcrum 28A-28C of FIG. 5 can be varied according to speed.

However, preliminary scan is required for the numerical filter for FFT, a servo gain has a phase lag.

Therefore, the mechanism which considered these is required.

[0066]

(C) サーボゲイン可変法

ここでは図5の3個の支点28A～28Cの駆動部のサーボゲインを速度に応じて可変する方法の一例につき説明する。ウエハの走査速度が V/β のときの応答周波数を ν とすると、伝達関数 $G(s)$ は以下の様に表される。

$$G(s) = 1 / (1 + Ts) \quad (17)$$

但し、 $T = 1 / (2\pi\nu)$ 、 $s = 2\pi f i$ 、である。

【0067】

解析結果より、走査速度 V/β が80mm/sの場合、非スキャン方向の応答周波数 ν は2Hzが最適で、スキャン方向の応答周波数 ν は10Hzが最適であることが分かった。但し、ウエハの露光面の凸凹をピッチ p の正弦波で表し、ウエハ上の各ショット領域の走査方向の長さを L_0 とすると、(17)式中の周波数 f は次のようになる。

$$f = (V/\beta) / L_0 \cdot (L_0 / p) = (V/\beta) / p \quad (18)$$

従って、走査速度 V/β が変化すると周波数 f も変化するので、最適な応答周波数 ν を新たに求める必要がある。このようにして求めた応答周波数 ν よりサーボゲインを決定する。

(C) The servo gain varying method

Here, an example of the method of varying the servo gain of three drive parts of fulcrum 28A-28C of FIG. 5 according to speed is demonstrated.

When a response frequency in case the scanning rates of a wafer are $V/(\beta)$ is made into (ν) , transfer-function $G(s)$ is expressed as follows.

$$G(s) = 1 / (1 + Ts) \quad (17)$$

However, they are $T = 1 / (2\pi(\nu))$ and $s = 2\pi f i$.

[0067]

The analysis result showed that 2Hz was the optimal as for response frequency (ν) of the non-scanning direction, and 10Hz was the optimal as for response frequency (ν) of the scan direction when scanning-rate $V / (\beta)$ is 80 mm/s.

However, a unevenness of the exposure side of a wafer is expressed with the sine wave of Pitch p , if the length of the scanning direction of each shot_region on a wafer is made into L_0 , the frequency f in (17) Formula is as follows.

$$F = (V/(\beta)) / L_0 \cdot (L_0 / p) = (V/(\beta)) / p \quad (18)$$

Therefore, change of scanning-rate $V / (\beta)$ changes a frequency f .

Therefore, it is necessary to newly calculate optimal response frequency (ν) .

Thus, a servo gain is determined from calculated response frequency (ν) .

【 0 0 6 8 】

(D) 数値フィルタリング法

ここでウェハの露光面上の凹凸のピッチ p は、ステージ位置に依存した関数なので、フォーカス位置のサンプリングをステージ位置に同期して位置基準で行うと、走査速度 V/β に依存しない制御が可能になる。即ち、位置関数で伝達関数 $G(s)$ と同等のフィルタリング効果を持たせるためには、伝達関数 $G(s)$ を逆フーリエ変換して位置関数 $F(x)$ を求め、この位置関数 $F(x)$ を用いて数値フィルタリングを行う。具体的に応答周波数 ν の伝達関数 $G(s)$ の一例を図 7 (a) に示し、それに対応する位置関数 $F(x)$ を図 7 (b) に示す。但し、数値フィルタリング時は助走スキャン距離をとる必要があり、これを行わない場合は位相遅れが生じる。

【 0 0 6 9 】

なお、上述のサーボゲイン可変法及び数値フィルタリング法の内の何れの方法においても、位相遅れとフィルタリング効果とで応答性を管理する。位相遅れ(時間遅れ)とは、図 15 (c) の曲線 37A で示される目標とするフォーカス位置に対応する信号と、曲線 38A で示される実際に計測されたフォーカス位

[0068]

(D) The numerical filtering method

The pitch p of the convexoconcave of the exposure surface of a wafer

If sampling of a focal position is performed by a datum reference synchronizing with a stage position, it comes to be able to perform the control independent of scanning-rate $V/(\beta)$, since it is a function depending on a stage position.

That is, in order to give the filtering effect equivalent to transfer-function $G(s)$ with a position function, the inverse Fourier transform of the transfer-function $G(s)$ is carried out, position function $F(x)$ is calculated, and a numerical value is filtered using this position function $F(x)$.

An example of transfer-function of response frequency (ν) $G(s)$ is specifically shown in FIG.7(a), position function $F(x)$ corresponding to it is shown in FIG.7(b).

However, it is necessary to take foreflow scan distance at the time of numerical filtering.

When not performing this, a phase lag arises.

[0069]

In addition, also in which method of the above-mentioned servo gain varying method and the numerical filtering methods, responsiveness is managed by the phase lag and the filtering effect.

A phase lag (time-lag) is a time-lag which exists between the signal corresponding to the focal position made into the target shown by curve 37A of FIG.15(c), and the signal corresponding to the focal position which is shown by curve

置に対応する信号との間に存在する時間遅れである。フィルタリング効果とは、図 15 (d) の曲線 37B 及び 38B で示すように、目標とするフォーカス位置に対して実際のフォーカス位置の振幅を所定量だけ小さくすることである。

【0070】 上述のように、本例ではウエハの各ショット領域への露光を行う際に、予備的な走査である助走スキャンを行う場合がある。そこで、その助走スキャン距離の設定方法について説明する。図 8 (a) は、ウエハ上のショット領域 SA_{11} の露光が終わってから、順次隣りのショット領域 SA_{12} 及び SA_{13} ヘレチクルのパターンを露光する場合の走査方法を示す。この図 8 (a) において、ウエハを-Y 方向に走査して、ウエハ上のショット領域 SA_{11} への露光が終わってから、加減速期間 T_{W1} の間にウエハを X 軸及び Y 軸に対して斜めに移動させて、次のショット領域 SA_{12} の下端の近傍を投影光学系の露光フィールドに配置する。最初のショット領域 SA_{11} への露光が終わってから、次のショット領域 SA_{12} の下端の近傍へ移動する間に Y 方向へ間隔 ΔL の移動が行われる。また、その加減速期間 T_{W1} の終期において、ウエ

38A, and which was measured in fact.

The filtering effect is that only a predetermined amount makes the amplitude of an actual focal position small to a focal target position, as shown with curves 37B and 38B of FIG.15(d).

[0070]

As mentioned above, in this example, when performing exposure to each shot_region of a wafer, foreflow scan which is a preliminary scan may be performed.

Then, the setting method of the foreflow scan distance is demonstrated.

FIG.8(a) shows the scanning method in the case of exposing the pattern of a reticule to next shot_region SA_{12} and next SA_{13} in order, after finishing the shot_region SA_{11} exposure on a wafer.

In this FIG.8(a), a wafer is scanned to -Y-direction, after the exposure to shot_region SA_{11} on a wafer finishes, a wafer is aslant moved to the X-axis and a Y-axis between acceleration-deceleration period T_{W1} , the vicinity of the next shot_region SA_{12} bottom edge is arranged in the exposure field of a projection optical system.

After the exposure to the first shot_region SA_{11} finishes, while transferring near the next shot_region SA_{12} bottom edge, the transfer of a spacing (DELTA) L is performed to a Y-direction. Moreover, the transfer to the Y-direction of a wafer is started in the final period of the acceleration-deceleration period T_{W1} .

ハのY方向への移動が開始される。

【0071】

その後の制定（整定）期間 T_{W2} の間に、ウエハの走査速度がほぼ V/β に達し、それに続く露光期間 T_{W3} の間にショット領域 SA_{12} へのレチクルのパターンの露光が行われる。この場合の、ウエハ側での加減速期間 T_{W1} 、制定期間 T_{W2} 及び露光期間 T_{W3} を図8(c)に示し、レチクル側での加減速期間 T_{R1} 、制定期間 T_{R2} 及び露光期間 T_{R3} を図8(b)に示す。なお、レチクル側では図8(a)のように隣りのショット領域へ移動する必要がないため、レチクル側のステージの移動はY軸に沿う往復運動である。また、ウエハ側では、図8(c)に示すように、加減速期間 T_{W1} から制定期間 T_{W2} へ移行する程度の時点 t_s から、多点フォーカス位置検出系によるフォーカス位置のサンプリングが開始される。

【0072】

本例では位相遅れとフィルタリング効果とで、レベリング及びフォーカシング時の応答性を管理するので、ウエハ上でフォーカス位置のサンプリングを開始するときの開始点が、状況によって異なってくる。例えば、サンプリングをステージ位置に同

[0071]

Between subsequent establishment (setting) period T_{W2} , the scanning rate of a wafer reaches at about $V/(\beta)$, exposure of the pattern of the reticule to shot_region SA_{12} is performed between exposure period T_{W3} following it.

Acceleration-deceleration period T_{W1} , establishment period T_{W2} , and exposure period T_{W3} by the side of a wafer in this case are shown in FIG.8(c), acceleration-deceleration period T_{R1} and establishment period T_{R2} and exposure period T_{R3} by the side of a reticule is shown in FIG.8(b).

In addition, in the reticule side, since it is not necessary to transfer to the next shot_region like FIG.8(a), a transfer of the stage by the side of a reticule is reciprocating motion in alignment with a Y-axis.

Moreover, at the wafer side, as shown in FIG.8(c), sampling of the focal position by a multipoint focus position detection system is started from t_s at the time of the grade which moves to establishment period T_{W2} from acceleration-deceleration period T_{W1} .

[0072]

In this example, the responsiveness at the time of leveling and a focusing is managed by the phase lag and the filtering effect.

Therefore, the starting point when starting sampling of a focal position on a wafer changes with situations.

For example, as what synchronizes sampling with a stage position, supposing it filters a

期させるものとして、数値フィルタリングを行うとすると、次の手順でサンプリング開始位置が決定される。

【0073】

まず、図7(a)のように伝達関数 $G(s)$ が与えられ、この伝達関数 $G(s)$ より逆フーリエ変換で図7(b)の位置関数 $F(x)$ を求め、この位置関数 $F(x)$ の原点からゼロクロス点までの長さ ΔL を求める。この長さ ΔL が、図8(a)に示すように、隣のショット領域 SA_{12} への露光のために斜めに移動する際のY方向への移動量 ΔL と等しい。

【0074】

また、レチクルの加減速期間 T_{R1} に対して、ウエハの加減速期間 T_{W1} が小さいため、時間 $(T_{R1} - T_{W1})$ はウエハ側の待ち時間となる。この場合、 $\Delta L < (V/\beta)(T_{R1} - T_{W1})$ 、のときはスループットの低下にならないが、 $\Delta L > (V/\beta)(T_{R1} - T_{W1})$ 、のときはスループットの低下となる。なお、 $\Delta Y = \Delta L - (V/\beta)(T_{R1} - T_{W1})$ 、で表される長さ ΔY は位相遅れとして処理しても、伝達関数 $G(s)$ と同様のフィルタリング効果が得られれば、固定関数として良い。これらのフィルタリングを

numerical value, a sampling starting position will be determined by the next procedure.

[0073]

First, it imparts transfer-function $G(s)$ like FIG.7(a), position function $F(x)$ of FIG.7(b) is required by an inverse Fourier transform from this transfer-function $G(s)$, it requires for length (DELTA) L from the origin of this position function $F(x)$ to a zero-crossing point.

This length (DELTA) L is equal to the amount of movement (DELTA) L to the Y-direction at the time of transferring aslant because of the exposure to the next shot_region SA_{12} as shown in FIG.8(a).

[0074]

Moreover, to acceleration-deceleration period T_{R1} of a reticule, since it is small, in time $(T_{R1} - T_{W1})$, acceleration-deceleration period T_{W1} of a wafer constitutes waiting time by the side of a wafer.

In this case, it does not become a decline of a throughput at the time of $(\text{DELTA})L < (V/(\beta))(T_{R1} - T_{W1})$.

However, it becomes a decline of a throughput at the time of $L(\text{DELTA}) > (V/(\beta))(T_{R1} - T_{W1})$.

In addition, length (DELTA) Y expressed with $Y(\text{DELTA}) = (\text{DELTA})L - (V/(\beta))(T_{R1} - T_{W1})$ is good as a fixed function, if the filtering effect similar to transfer-function $G(s)$ is acquired even if it processes as a phase lag.

By performing these filtering, the effect of

行うことにより、多点フォーカス位置検出系に対する空気揺らぎや、多点フォーカス位置検出系の制御誤差の影響を低減する効果も期待できる。

reducing the influence of the air fluctuation with respect to a multipoint focus position detection system and the control error of a multipoint focus position detection system is also expectable.

【 0 0 7 5 】

次に、本例のスリットスキャン露光方式の投影露光装置における、多点フォーカス位置検出系の計測点中のサンプル点の配置を検討する。先ず、図 2 (a) において、多点フォーカス位置検出系による計測点 A F 1 1 ~ A F 5 9 の内で、スリット状の露光フィールド 2 4 内の計測点 A F 3 1 ~ A F 3 9 のフォーカス位置の計測結果を用いる場合、即ち計測点 A F 3 1 ~ A F 3 9 をサンプル点とする場合には、従来のステッパーの場合と同様の「露光位置制御法」による制御が行われる。更に、本例のウエハのスキャンは Y 方向又は - Y 方向へ行われるので、露光フィールド 2 4 に対して走査方向の手前に計測点中のサンプルを配置することで、先読み制御、時分割レベルリング計測、及び計測値平均化等が可能になる。

[0075]

Next, the arrangement of the sample point in the measure point of the multipoint focus position detection system in the projection aligner of the slit scan exposure system of this example is considered.

First, in FIG.2(a), when the measured result of the measure-point AF31 - AF39 focus position in the slit exposure field 24 is used within measure-point AF11 - AF59 by a multipoint focus position detection system, that is, when making measure-point AF31-AF39 into a sample point, the control by the "exposure position-control method" similar to the conventional stepper's case is performed.

Furthermore, scan of the wafer of this example is performed to a Y-direction or - Y-direction.

Therefore, it comes to be able to perform control by forward reading, time division leveling measurement, a measured-value balance, etc. by arranging the sample in a measure point before a scanning direction to the exposure field 24.

【 0 0 7 6 】

先読み制御とは、図 2 (a) によるウエハを露光フィールド 2 4 に対して - Y 方向にスキャ

[0076]

Control by forward reading means choosing a sample point from measure-point AF41 - AF49, AF51 - AF59 before a scan, when

ンする場合には、走査の手前の計測点AF41～AF49, AF51～AF59中からもサンプル点を選択することを意味する。先読み制御を行うことにより、オートフォーカス機構及びオートレベリング機構の伝達関数 $G(s)$ に対して、実際の応答周波数に対する追従誤差は $|1 - G(s)|$ となる。但し、この追従誤差には位相遅れとフィルタリング誤差要因とが入っているので、先読み制御を行えば、位相遅れを除去できることになる。この誤差は $1 - |G(s)|$ なので、約4倍の伝達能力を持たせる事が出来る。

【0077】

図9(a)は従来と同様の露光位置制御を行った場合の目標とするフォーカス位置に対応する曲線39A及び実際に設定されたフォーカス位置に対応する曲線38Bを示し、図9(b)は先読み制御を行った場合の目標とするフォーカス位置に対応する曲線40A及び実際に設定されたフォーカス位置に対応する曲線40Bを示し、露光位置制御では位相がずれている。従って、露光位置制御の場合の目標位置と追従位置との差 F_a は、先読み制御の場合の目標位置と追従位置との差 F_b の約4倍となる。従って、先読み制御では

scanning a wafer to - Y-direction to the exposure field 24 like FIG.2(a).

By controlling forward reading, the following error with respect to an actual response frequency becomes $|1 - G(s)|$ to transfer-function $G(s)$ of an auto-focusing mechanism and an auto leveling mechanism.

However, the phase lag and the filtering error factor are contained in this following error.

Therefore, a phase lag is removable if it controls forward reading.

Since this error is $1 - |G(s)|$, about 4 times as many communicative competence as this can be given.

[0077]

FIG.9(a) shows curve 39A corresponding to the focal position made into the target at the time of performing exposure position control similar to the past, and curve 38B corresponding to the actually set-up focal position, FIG.9(b) shows curve 40A corresponding to the focal position made into the target at the time of controlling forward reading, and curve 40B corresponding to the actually set-up focal position, the phase offsets in exposure position control.

Therefore, the difference F_a of the target position in the case of exposure position control and a flattery position will be about 4 times the difference F_b of the target position in control by forward reading, and a flattery position.

Therefore, in control by forward reading, about 4 times as many communicative competence as

約4倍の伝達能力をもたせることができる。
 this can be given.

【0078】

しかし、既に述べた様に、オートレベリングの応答周波数はスキャン方向で10Hz程度が適当（位置制御法では）なので、先読み制御を行うと、スキャン方向では2.5Hz程度のフィルタリング応答で良いことになる。このフィルタリングを数値フィルタ又は制御ゲインによって行うと、ウエハの走査速度を80mmとして、 $5 \left(\approx 80 / (2\pi * 2.5) \right)$ mm程度の助走スキャン長が、露光前に必要になる。以下に両制御法による、フォーカス誤差を示す。

[0078]

However, since about 10Hz is suitable in the scan direction (position-control method), when the response frequency of auto leveling controls forward reading to the already described shape, it is good for it with a filtering response of about 2.5Hz in the scan direction.

When a numerical filter or a control gain performs this filtering, the foreflow scan length about $5(\text{APPROXIMATELY EQUAL } 80 / (2\pi * 2.5))$ mm is needed in the scanning rate of a wafer before exposure as 80 mm.

The focal error by both the controlling method is shown below.

【0079】

そのため、図17の場合と同様に、ウエハ上のショット領域 $S_{\Delta ij}$ のスキャン方向の周期的な曲がりの周期を、スキャン方向の幅との比の値として曲がりパラメータFで表し、その周期的な曲がりがあるときの各計測点でのフォーカス誤差を、各計測点でのフォーカス位置の誤差の平均値の絶対値と、フォーカス位置の誤差の振幅の $1/3$ との和で表す。また、曲がりパラメータFの周期的な曲がりの振幅を1に規格化し、曲がりパラメータがFであるときの、それら

[0079]

Therefore, the period of the periodic deflection of the shot_region SA_{ij} scan direction on a wafer is expressed with a deflection parameter F as a value of a ratio with the width of the scan direction like the case of FIG. 17, the focal error in each measure point in case there is the periodic deflection is expressed with the sum of the absolute value of the average value of the error of the focal position in each measure point, and $1/3$ of the amplitude of the error of a focal position.

Moreover, the amplitude of the periodic deflection of a deflection parameter F is normalized to 1, the error parameter S which shows the maximum value of the focal errors in

各計測点でのフォーカス誤差の内の最大値を示す誤差パラメータSを、曲がりパラメータFに対する比率として表す。

these measure points in case a deflection parameter is F is expressed as a ratio with respect to the deflection parameter F.

【0080】

図10(a)は、露光位置制御を行った場合で、且つスキャン方向のレベリングの応答周波数 f_m が10Hz、非スキャン方向のレベリングの応答周波数 f_n が2Hzの場合の曲がりパラメータFに対する誤差パラメータSを表し、曲線A9及びB9は共に非スキャン方向での誤差パラメータS、曲線A10及びB10は共にスキャン方向での誤差パラメータSを示す。一方、図17(b)は、先読み制御を行った場合で、且つスキャン方向のレベリングの応答周波数 f_m が2.5Hz、非スキャン方向のレベリングの応答周波数 f_n が0.5Hzの場合の曲がりパラメータFに対する誤差パラメータSを表し、曲線A11及びB11は共に非スキャン方向での誤差パラメータS、曲線A12及びB12は共にスキャン方向での誤差パラメータSを示す。

[0080]

FIG.10(a), shows

When exposure position control is performed, and the response frequency f_m of leveling of the scan direction is 10Hz, the response frequency f_n of leveling of the non-scanning direction is 2Hz.

The error parameter S with respect to the deflection parameter F in above-mentioned is expressed, both curve A9 and B9 are the error parameters S in the non-scanning direction, both curve A10 and B10 show the error parameter S in the scan direction.

On the other hand, it is FIG.17(b),

And the response frequency f_m of leveling of the scan direction is 2.5Hz, the response frequency f_n of leveling of the non-scanning direction is 0.5Hz.

The error parameter S with respect to the deflection parameter F in above-mentioned is expressed, both curve A11 and B11 are the error parameters S in the non-scanning direction, both curve A12 and B12 show the error parameter S in the scan direction.

【0081】

以上の様に先読み制御で位相遅れを除去することは、応答を向上するためには良いが、応答を

[0081]

In order to improve a response, it is good to remove a phase lag by control by forward reading as mentioned above.

低下させる場合には適さない。しかし、先読み制御はソフトウェア的に自由度が多く、図 1 1 で示すような時間的平均化及び露光開始時でのフォーカス位置の計測点の予測設定を行うこともできる。即ち、図 1 1 (a) において、ウエハの露光面 5 a 上の或る領域 2 6 B に対して多点フォーカス位置検出系の走査方向に対して手前のサンプル点 (A F 点) において、幅 ΔL の長さだけフォーカス位置が検出される。そして、図 1 1 (b) に示すように、領域 2 6 B が露光点に達したときには、幅 ΔL の範囲で検出されたフォーカス位置の情報を平均化して高精度にレベリング及びフォーカシングが行われる。

【0082】

また、図 1 1 (c) に示すように、露光位置制御法で計測点と露光点とが等しい場合で、ウエハの露光面 5 a に段差部 2 6 C があっても、図 1 1 (d) に示すように、フォーカス対象とする面 (フォーカス面) A F P は次第に上昇するだけで、その段差部 2 6 C ではデフォーカスされた状態で露光が行われる。これに対して、図 1 1 (e) に示すように、先読み制御法で計測点と露光点とが離れている場合で、ウエハの露光面 5 a に段差

However, it is not suitable in reducing a response.

However, control by forward reading has much degree of freedom by software, and can also set up a time balance as shown in FIG. 11, and an estimation of the measure point of the focal position in the time of an exposure start.

That is, in FIG.11(a), at a front sample point (AF point) to the scanning direction of a multipoint focus position detection system to certain area 26B on exposure surface 5a of a wafer, it detects a focal position only the length of width (DELTA) L.

And when area 26B reaches an exposing point as shown in FIG.11(b), the information on the focal position which it detected in the range of width (DELTA) L is equalized, and leveling and a focusing are performed with high accuracy.

[0082]

Moreover, even if step-difference part 26C is in exposure surface 5a of a wafer by the case where a measure point and an exposing point are equivalent, by an exposure position-control method as shown in FIG.11(c), as shown in FIG.11(d), the surface (focal surface) AFP made into focal object only raises gradually, and where a defocus is carried out, exposure is performed at the step-difference part 26C.

On the other hand, when step-difference part 26D is in exposure surface 5a of a wafer as shown in FIG.11(e) by the case where the measure point and the exposing point are separated by the controlling-forward-reading

部 2 6 D があると、予めその段差に合わせて図 1 1 (f) に示すように、フォーカス面 A F P を次第に上昇することにより、その段差部 2 6 D では合焦された状態で露光が行われる。

【 0 0 8 3 】

なお、先読み制御法のみならず、通常の露光位置制御法も備えておき、2つの制御法を選択可能なシステムにすることが望ましい。本例のオートフォーカス及びオートレベリング機構には、上述のような機能があるので、実際にウエハの露光面の制御を行うには、(1)露光位置制御、(2)完全先読み制御、(3)分割先読み制御よりなる3種類の制御法が考えられる。以下ではこれら3種類の制御法につき詳細に説明する。

(F) 露光位置制御法

この方式ではオートフォーカス及びオートレベリング機構の応答性能を一切考慮せず、露光時に計測して得られたフォーカス位置の値を用いて、ウエハの露光面のフォーカス位置及びレベリング角の制御を行う。即ち、図 1 2 (a) に示すように、露光フィールド 2 4 に対して走査方向 (Y 方向) に手前側の第 2 列 2 5 B の偶数番目の計測点をサンプル点 4 1 として、露光フィールド 2 4 内の第 3 列 2 5 C

method, it is, exposure is performed in the state where it focused at the step-difference part 26D, by raising the focal surface AFP gradually as shown in FIG.11(f) according to the step difference beforehand.

[0083]

In addition, it has not only the controlling-forward-reading method but the usual exposure position-control method, and it is desirable to make it the system which can choose the two controlling methods.

There are the above functions in the auto focusing and auto leveling mechanism of this example.

Therefore, it is in order to actually control the exposure side of a wafer, (1) Exposure position control, (2) Full control by forward reading, (3) Partition control by forward reading

The method of controlling three kinds which is made of the above can be considered.

Below, it demonstrates to these three kinds of controlling method per details.

(F) Exposure position-control method

By this system, no response property of an auto focusing and an auto leveling mechanism is considered, but the focal position of the exposure side of a wafer and the control of a leveling angle are performed using the value of the focal position measured and obtained at the time of exposure.

That is, the odd-numbered measure point of 3rd row 25C in the exposure field 24 is also made into a sample point to the exposure field 24 as shown in FIG.12(a) at a scanning direction

の奇数番目の計測点をもサンプル点とする。そして、第2列25Bのサンプル点でのフォーカス位置の計測値と第3列25Cのサンプル点でのフォーカス位置の計測値とから、ウエハの露光面のスキャン方向のレベルング制御を行う。

【0084】

また、第2列25B及び第3列25Cのサンプル点でのフォーカス位置の計測値から最小自乗近似法で非スキャン方向の傾きを求めて、非スキャン方向のレベルング制御を行う。また、フォーカス制御は、露光フィールド24内の第3列の計測点でのフォーカス位置の計測値も用いてフォーカス制御を行う。なお、図12(b)に示すように、ウエハのスキャン方向が-Y方向である場合には、サンプル点は第3列25C及び第4列25Dの計測点から選択される。この方式では、最も制御が簡単であるが、ウエハのスキャン速度等により追従精度が変わってしまうという不都合がある。また、第2列25B及び第3列25Cの各計測点でのフォーカス位置のキャリブレーションが必要である。

【0085】

(Y-direction) by making the even-numbered measure point of 2nd row 25B of a near side into the sample point 41.

And leveling of the scan direction of the exposure surface of a wafer is controlled from the measured value of the focal position in the sample point of 2nd row 25B, and the measured value of the focal position in the sample point of 3rd row 25C.

[0084]

Moreover, the gradient of the non-scanning direction is calculated by a least-square approximation from the measured value of the focal position in the sample point of 2nd row 25B and 3rd row 25C, and leveling of the non-scanning direction is controlled.

Moreover, a focal control also uses the measured value of the focal position in the measure point of the 3rd row in the exposure field 24, and controls a focus.

In addition, as shown in FIG.12(b), when the scan direction of a wafer is a - Y-direction, a sample point of view is chosen from the measure point of 3rd row 25C and 4th row 25D. A control is the simplest in this system.

However, there is inconvenience that flattery accuracy will change with the scan speed of a wafer etc.

Moreover, the calibration of the focal position in each measure point of 2nd row 25B and 3rd row 25C is required.

[0085]

(G) 完全先読み制御法

この方式では、図12(c)に示すように、露光フィールド24に対して走査方向に手前側の第1列25Aの全ての計測点をサンプル点として、予め露光前に第1列25Aのサンプル点でのフォーカス位置の値を全て計測しておく。そして、平均化処理やフィルタリング処理を行い、位相遅れを見込んで露光時にオープンでオートフォーカス及びオートレベリング機構を制御する。即ち、第1列25Aの各サンプル点でのフォーカス位置の計測値を記憶しておき、時間軸上で計測されたフォーカス位置の値からスキャン方向の傾きを算出し、露光時にスキャン方向のレベリング制御をオープン制御で行う。

【0086】

それと並行して、第1列25Aの各サンプル点でのフォーカス位置の計測値から最小自乗近似法で非スキャン方向の傾きを求め、非スキャン方向のレベリング制御をオープン制御で行う。先読みなので、時間軸での平均化も可能である。また、第1列25Aの各サンプル点でのフォーカス位置の計測値を記憶しておき、露光時にフォーカス合わせをオープン制御で行う。なお、図12(d)に示すように、ウ

(G) The perfect controlling-forward-reading method

By this system, all the values of the focal position in the sample point of view of 1st row 25A are beforehand measured before exposure to the exposure field 24 as shown in FIG.12(c) at the scanning direction by making all the measure points of 1st row 25A of a near side into a sample point of view.

And balance treatment and filtering treatment are performed, a phase lag is anticipated, it is open at the time of exposure, and an auto focusing and an auto leveling mechanism are controlled at it.

That is, the measured value of the focal position in each sample point of view of 1st row 25A is stored, and the gradient of the scan direction is computed from the value of the focal position measured on the time-axis, leveling of the scan direction is controlled by open control at the time of exposure.

[0086]

In parallel to it, the gradient of the non-scanning direction is calculated by a least-square approximation from the measured value of the focal position in each sample point of 1st row 25A, and leveling of the non-scanning direction is controlled by open control.

Since it is pre-reading, a balance on a time-axis can also be performed.

Moreover, the measured value of the focal position in each sample point of view of 1st row 25A is stored, and a focal alignment is performed by open control at the time of exposure.

エハの走査方向が-Y方向の場合には、第5列25Eの全ての計測点がサンプル点として選択される。

In addition, as shown in FIG.12(d), when the scanning direction of a wafer is a - Y-direction, all the measure points of 5th row 25E are chosen as a sample point of view.

【0087】

この方式では、第1列25Aにおいてサンプル点が9点確保できるため、情報量が多く精度向上が期待できる。また、サンプル点は1ラインなのでキャリブレーションが不要である共に、応答性の管理ができるという利点がある。一方、第1列25Aのサンプル点に関してまともに計測を行うと、各ショット領域の端部の露光を行うために走査すべき距離（助走スキャン長）が長くなり、スループットが低下する不都合がある。また、オープン制御なので、多点フォーカス位置検出系による確認ができないという不都合もある。

[0087]

By this system, since nine sample points can ensure in 1st row 25A, there are many amounts of information and an accuracy improvement is expectable.

Moreover, since a sample point is one line, there is an advantage that management responsive [both] with a unnecessary calibration can be performed.

On the other hand, if it measures directly about the sample point of 1st row 25A, in order to expose the terminal portion of each shot_region, the distance (foreflow scan length) which should be scanned will get long, there is inconvenience to which a throughput lowers.

Moreover, since it is an open control, there is also inconvenience that the check by a multipoint focus position detection system cannot be performed.

【0088】

(H) 分割先読み制御法

この方式では、図12(c)に示すように、露光フィールド24に対して走査方向(Y方向)に手前側の第2列25Bの奇数番目の計測点をサンプル点として、露光フィールド24内の第3列25Cの偶数番目の計測点をもサンプル点とする。そして、第2列25B及び第3列25C

[0088]

(H) The partition controlling-forward-reading method

By this system, the even-numbered measure point of 3rd row 25C in the exposure field 24 is also made into a sample point to the exposure field 24 as shown in FIG.12(e) at a scanning direction (Y-direction) by making the odd-numbered measure point of 2nd row 25B of a near side into a sample point.

And at the sample point of view of 2nd row 25B

のサンプル点において、予め露光前にフォーカス位置の値を全て計測しておく。その後、平均化処理やフィルタリング処理を行い、位相遅れを見込んで露光時にオープン制御で制御を行う。即ち、第2列25B及び第3列25Cのサンプル点におけるフォーカス位置の計測値を記憶しておき、時間軸上で計測されたフォーカス位置の値からスキヤン方向の傾きを算出し、露光時にスキヤン方向のレベリングをオープン制御で行う。

【0089】

また、第2列25B及び第3列25Cのサンプル点におけるフォーカス位置の計測値から最小自乗近似法で非スキヤン方向の傾きを求め、非スキヤン方向のレベリングをオープン制御で行う。先読みなので、時間軸での平均化も可能である。また、第2列25B及び第3列25Cのサンプル点におけるフォーカス位置の計測値を記憶しておき、露光時にフォーカス合わせをオープン制御で行う。なお、図12(f)に示すように、ウエハのスキヤン方向が-Y方向である場合には、サンプル点は第3列25C及び第4列25Dの計測点から選択される。

【0090】

and 3rd row 25C, all the values of a focal position are beforehand measured before exposure.

After that, balance treatment and filtering treatment are performed, a phase lag is anticipated, and it controls by open control at the time of exposure.

That is, the measured value of the focal position in the sample point of view of 2nd row 25B and 3rd row 25C is stored, and the gradient of the scan direction is computed from the value of the focal position measured on the time-axis, leveling of the scan direction is performed by open control at the time of exposure.

[0089]

Moreover, the gradient of the non-scanning direction is calculated by a least-square approximation from the measured value of the focal position in the sample point of 2nd row 25B and 3rd row 25C, and leveling of the non-scanning direction is performed by open control.

Since it is pre-reading, a balance on a time-axis can also be performed.

Moreover, the measured value of the focal position in the sample point of view of 2nd row 25B and 3rd row 25C is stored, and a focal alignment is performed by open control at the time of exposure.

In addition, as shown in FIG.12(f), when the scan direction of a wafer is a - Y-direction, a sample point of view is chosen from the measure point of 3rd row 25C and 4th row 25D.

[0090]

この方式では、第2列25B(又は第4列25D)が露光フィールド24に近接しているため、ウエハの各ショット領域の端部の露光を行うための助走スキャン距離を少なくできると共に、応答性の管理ができるという利点がある。また、露光時の第3列25Cのサンプル点でのフォーカス位置の計測値から、オープン制御で露光面の制御を行った結果の確認が可能である。一方、第2列25Bのサンプル点でのフォーカス位置と第3列のサンプル点でのフォーカス位置とのキャリブレーションが必要であるという不都合がある。

【0091】

また、完全先読み制御法では、図13(a)～(d)に示すように、露光開始、露光中及び露光終了間際のフォーカス位置のサンプル点を変えることによって、より正確なオートフォーカス及びオートレベリング制御を行っている。即ち、図13(a)に示すように、露光すべきショット領域SAが露光フィールド24に対して間隔D(露光フィールド24のスキャン方向の幅と同じ)の位置に達したときに、露光フィールド24から間隔Dのサンプル領域42で多点フォーカス位置検出系によるフォーカス位置の計測が開始される。

By this system, since 2nd row 25B (or 4th row 25D) is in the exposure field 24 adjacent, while being able to lessen foreflow scan distance for exposing the terminal portion of each shot_region of a wafer, there is an advantage that responsive management can be performed.

Moreover, the check of the result of having controlled the exposure side by the open control can be performed from the measured value of the focal position in the sample point of view of 3rd row 25C at the time of exposure.

On the other hand, there is inconvenience that the calibration of the focal position in the sample point of view of 2nd row 25B and the focal position in the sample point of view of a 3rd row is required.

[0091]

Moreover, by the perfect controlling-forward-reading method, the more exact auto focusing and the auto leveling control are performed as shown in FIG.13(a)-(d) by changing the sample point of view of under an exposure start and exposure and the focal position just before the exposure completion.

That is, when shot_region SA which should be exposed arrives at the position of a spacing D (it is the same as the width of the scan direction of the exposure field 24) to the exposure field 24 as shown in FIG.13(a), measurement of the focal position by a multipoint focus position detection system is started in the sample area 42 of a spacing D from the exposure field 24.

An example of width D, i.e., the width of the scan direction of the exposure field 24, is 8 mm.

幅D、即ち露光フィールド24のスキャン方向の幅の一例は8mmである。その後、図13(b)に示すように、ショット領域SAの先端部が露光フィールド24に接触したときに、ウエハ上の2個のサンプル点間の検出域44でのフォーカス位置の計測値に基づいてスキャン方向のレベリング制御が行われ、1個のサンプル点よりなる検出域45でのフォーカス位置の計測値に基づいてオートフォーカス制御が行われる。

【0092】

次に、図13(c)に示すように、ショット領域SAの先端部が露光フィールド24に入ったときに、ウエハ上の2個のサンプル点間の検出域44でのフォーカス位置の計測値に基づいてスキャン方向のレベリング制御が行われ、2個のサンプル点間の検出域45でのフォーカス位置の計測値に基づいてオートフォーカス制御が行われる。また、図13(d)に示すように、ショット領域SAが露光フィールド24を覆うようになったときには、露光フィールド24を覆う検出域44でのフォーカス位置の計測値に基づいてスキャン方向のレベリング制御が行われ、露光フィールド24を覆う検出域45でのフォーカス位置

After that, when the leading end part of shot_region SA contacts in the exposure field 24 as shown in FIG.13(b), the leveling control of the scan direction is performed based on the measured value of the focal position in the detection region 44 between two sample points of view on a wafer, an auto-focusing control is performed based on the measured value of the focal position in the detection region 45 which is made of one sample point.

[0092]

Next, when the leading end part of shot_region SA goes into the exposure field 24 as shown in FIG.13(c), the leveling control of the scan direction is performed based on the measured value of the focal position in the detection region 44 between two sample points on a wafer, an auto-focusing control is performed based on the measured value of the focal position in the detection region 45 between two sample points of view.

Moreover, when shot_region SA comes to cover the exposure field 24 as shown in FIG.13(d), it is, the leveling control of the scan direction is performed based on the measured value of the focal position in the detection region 44 which covers the exposure field 24, an auto-focusing control is performed based on the measured value of the focal position in the detection region 45 which covers the exposure field 24.

の計測値に基づいてオートフォーカス制御が行われる。

【 0 0 9 3 】

一方、分割先読み制御法でも、図 13 (e) ~ (h) に示すように、露光開始、露光中及び露光終了間際のフォーカス位置のサンプル点を変えることによって、より正確なオートフォーカス及びオートレベリング制御を行っている。即ち、図 13 (e) に示すように、露光すべきショット領域 SA が露光フィールド 24 に対して間隔 $D/2$ (露光フィールド 24 のスキャン方向の幅の $1/2$) の位置に達したときに、露光フィールド 24 から外側に間隔 $D/2$ のサンプル領域 43A 及び露光フィールド 24 から内側に間隔 $D/2$ のサンプル領域 43B で多点フォーカス位置検出系によるフォーカス位置の計測が開始される。その後、図 13 (f) に示すように、ショット領域 SA の先端部が露光フィールド 24 に接触したときに、露光フィールド 24 を覆う検出域 46 でのフォーカス位置の計測値に基づいてスキャン方向のレベリング制御が行われ、1 個のサンプル点よりなる検出域 47 でのフォーカス位置の計測値に基づいてオートフォーカス制御が行われる。

[0093]

On the other hand, the more exact auto focusing and the auto leveling control are performed as shown in FIG.13(e)-(h) also by the partition controlling-forward-reading method by changing the sample point of view of under an exposure start and exposure and the focal position just before the exposure completion.

That is, when shot_region SA which should be exposed arrives at the position of spacing $D/2$ ($1/2$ of the width of the scan direction of the exposure field 24) to the exposure field 24 as shown in FIG.13(e), measurement of the focal position by a multipoint focus position detection system is started by sample area 43B of spacing $D/2$ inside from the exposure field 24 to an outer side from sample area 43A of spacing $D/2$, and the exposure field 24.

After that, when the leading end part of shot_region SA contacts in the exposure field 24 as shown in FIG.13(f), the leveling control of the scan direction is performed based on the measured value of the focal position in the detection region 46 which covers the exposure field 24, an auto-focusing control is performed based on the measured value of the focal position in the detection region 47 which is made of one sample point of view.

【 0 0 9 4 】

次に、図 1 3 (g) に示すように、ショット領域 S A の先端部が露光フィールド 2 4 に幅 $D/2$ だけ入ったときに、露光フィールド 2 4 を覆う検出域 4 6 でのフォーカス位置の計測値に基づいてスキャン方向のレベリング制御が行われ、幅 $D/2$ の検出域 4 7 でのフォーカス位置の計測値に基づいてオートフォーカス制御が行われる。また、図 1 3 (h) に示すように、ショット領域 S A が露光フィールド 2 4 を覆うようになったときには、露光フィールド 2 4 を覆う検出域 4 6 でのフォーカス位置の計測値に基づいてスキャン方向のレベリング制御が行われ、露光フィールド 2 4 を覆う検出域 4 7 でのフォーカス位置の計測値に基づいてオートフォーカス制御が行われる。図 1 3 より、分割先読み法では、助走スキャン長 ($=D/2$) を完全先読み法に比べて $1/2$ にできることが分かる。

【 0 0 9 5 】

なお、上述実施例においては、ウエハの露光面の多点のフォーカス位置を計測するために、2 次元的に配列されたスリット状の開口パターン像をウエハ上に投影する多点フォーカス位置検出系が使用されている。しかし

[0094]

Next, when the leading end part of shot_region SA goes into the exposure field 24 as shown in FIG.13(g) only in width $D/2$, the leveling control of the scan direction is performed based on the measured value of the focal position in the detection region 46 which covers the exposure field 24, an auto-focusing control is performed based on the measured value of the focal position in the detection region 47 of width $D/2$. Moreover, when shot_region SA comes to cover the exposure field 24 as shown in FIG.13(h), the leveling control of the scan direction is performed based on the measured value of the focal position in the detection region 46 which covers the exposure field 24, an auto-focusing control is performed based on the measured value of the focal position in the detection region 47 which covers the exposure field 24. FIG. 13 shows that foreflow scan length ($=D/2$) is made to $1/2$ compared with the perfect pre-reading method by the partition pre-reading method.

[0095]

In addition, in the above-mentioned Example, in order to measure the focal position of the multipoint of the exposure side of a wafer, the multipoint focus position detection system which projects on a wafer the slit opening pattern image arranged two-dimensionally is used.

ながら、その代わりに、非スキャン方向に細長いスリット状になっているパターンの像をウェハ上に投影し、その非スキャン方向の全体のフォーカス位置を計測する 1 次元のフォーカス位置検出系を使用しても良い。また、画像処理方式のフォーカス位置検出系を用いて、ウェハの露光面上の 2 次元的なフォーカス位置の分布を計測する場合でも、上述実施例と同様の分割先読み等を適用することにより、高精度なフォーカシング及びレベリングを行うことができる。更に、本例では図 17 より分かるように、非スキャン方向のレベリング誤差に対して、スキャン方向のレベリング誤差が小さいことから、スキャン方向のレベリング動作を行うことなく、非スキャン方向のみのレベリング動作を行っても良い。

【0096】

なお、本発明は上述実施例に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。

【0097】**【発明の効果】**

本発明の第 1 の面位置設定装置によれば、スリットスキャン露

However, the image of the pattern long and slender in the non-scanning direction which is slit is instead projected on a wafer, it may use the 1-dimensional focal position detection system which measures the focal position of the whole non-scanning direction.

Moreover, even when measuring distribution of the two-dimensional focal position of the exposure surface of a wafer using the focal position detection system of a picture-processing system, a highly accurate focusing and highly accurate leveling can be performed by using the partition pre-reading similar to the above-mentioned Example etc.

Furthermore, the leveling error of the scan direction is small to the leveling error of the non-scanning direction so that FIG. 17 may show in this example.

By this, it may operate leveling of only the non-scanning direction, without operating leveling of the scan direction.

[0096]

In addition, this invention is not limited to the above-mentioned Example, of course, various composition can be taken in the range which does not deviate from the summary of this invention.

[0097]**[ADVANTAGE of the Invention]**

According to the surface positioning apparatus of this invention 1, in the projection aligner of a

光方式の投影露光装置において、感光基板の表面の凹凸、多点計測手段の計測精度、空気揺らぎ等による誤差を補正して、感光基板の露光面を投影光学系の像面に対して高精度に平行に合わせることができる利点がある。

【 0 0 9 8 】

また、多点計測手段が、基板側ステージを介して感光基板が走査されているときに、基板側ステージの位置基準で複数の計測点における感光基板の高さをサンプリングする場合には、より高精度に走査方向の傾斜角を計測できる。また、多点計測手段が、所定形状の照明領域と投影光学系に関して共役な露光領域内の複数の点及びその共役な露光領域内に対して感光基板が走査される際の手前の領域内の複数の点よりなる複数の計測点において、その感光基板の高さをそれぞれ計測する場合には、分割先読み制御により、露光の開始時の助走スキャン距離を短縮できる利点がある。

【 0 0 9 9 】

また、多点計測手段が、感光基

slit scan exposure system, the error by the convexoconcave of the surface of a photosensitive base plate, the measurement accuracy of multipoint measurement means, air fluctuation, etc. is amended, there is an advantage with which the exposure side of a photosensitive base plate can be put together in parallel with high accuracy to the image surface of a projection optical system.

[0098]

Moreover, when the photosensitive base plate is scanned through the base-plate side stage and multipoint measurement means sample the height of the photosensitive base plate in two or more measure points by the datum reference of the base-plate side stage, the tilt angle of a scanning direction can be measured more with high accuracy.

Moreover, multipoint measurement means

In two or more measure points which are made of two or more points in the area of the foreground at the time of a photosensitive base plate being scanned to the inside of two or more points in a conjugate light-exposing_region, and the conjugate light-exposing_region of those about the illumination area and projection optical system of a fixed shape, in measuring the height of the photosensitive base plate, respectively, there is an advantage which can shorten the foreflow scan distance at the time of the start of exposure by partition control by forward reading.

[0099]

Moreover, multipoint measurement means set

板の1つのショット領域へ順次マスクのパターンを露光する過程において、順次複数の計測点の位置を変化させる場合には、例えば分割先読みと完全先読みとを併用することにより、レベルング精度及びスループットを共に改善することができる。また、本発明の第2の面位置設定装置によれば、スリットスキャン露光方式の投影露光装置において、感光基板の表面の凹凸、多点計測手段の計測精度、空気揺らぎ等による誤差を補正して、感光基板の露光面のフォーカス位置を投影光学系の像面に対して正確に合わせることができる利点がある。

in the process which exposes the pattern of a mask in order to one shot_region of a photosensitive base plate, when changing the position of two or more measure points to order, both leveling accuracy and a throughput can be improved by using together for example, partition pre-reading and full pre-reading.

Moreover, according to the surface positioning apparatus of this invention 2, it sets to the projection aligner of a slit scan exposure system, the error by the convexoconcave of the surface of a photosensitive base plate, the measurement accuracy of multipoint measurement means, air fluctuation, etc. is amended, there is an advantage with which the focal position of the exposure side of a photosensitive base plate can be correctly put together to the image surface of a projection optical system.

【図面の簡単な説明】**[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]****【図1】**

本発明による面位置設定装置の一実施例が適用された投影露光装置を示す構成図である。

[FIG. 1]

It is the block diagram which shows the projection aligner by which one Example of the surface positioning apparatus by this invention was used.

【図2】

(a) は実施例において投影光学系による露光フィールドを含む領域に投影された2次元的なスリット状の開口パターン像を示す平面図、(b) は多点フォーカス位置検出系のパターン形成

[FIG. 2]

(a) is a top view which shows the two-dimensional slit opening pattern image projected on the area which includes the exposure field by a projection optical system in an Example, (b) is a figure which shows the opening pattern on the pattern form board

板上の開口パターンを示す図、
(c) は受光器上の受光素子の
配列を示す図である。

forming of a multipoint focus position detection
system, (c) is a figure which shows the
sequence of the light receiving element on a
photodetector.

【図 3】

(a) は実施例で分割先読みを
行う場合のサンプル点を示す
図、(b) は逆方向にスキャンす
る場合でHつ分割先読みを行う
場合のサンプル点を示す図であ
る。

[FIG. 3]

(a) is a figure which shows the sample point of
view in the case of pre-reading partition in the
Example, (b) is a figure which shows the
sample point of view in the case of pre-reading
partition when scanning to a reverse direction.

【図 4】

(a) はフォーカス位置を先読
みする場合を示す図、(b) は先
読みしたフォーカス位置を用い
て露光を行う場合を示す図であ
る。

[FIG. 4]

(a) is a figure which shows the case where a
focal position is pre-read, (b) is a figure which
shows the case where it exposes using the
focal position which pre-read.

【図 5】

実施例のオートフォーカス及び
オートレベリング機構並びにそ
の制御部を示す構成図である。

[FIG. 5]

It is the block diagram which shows the auto
focusing, the auto leveling mechanism, and its
control part of an Example.

【図 6】

フォーカス位置の計測値の補正
方法の説明図である。

[FIG. 6]

It is explanatory drawing of the calibration
method of the measured value of a focal
position.

【図 7】

(a) は応答周波数 ν が 10 Hz
の場合の伝達関数を示す図、
(b) は図 7 (a) の伝達関数
を逆フーリエ変換して得られた
位置関数を示す図である。

[FIG. 7]

(a) is a figure which shows a transfer function in
case response frequency (ν) is 10Hz, (b) is a
figure which shows the position function
obtained by carrying out the inverse Fourier
transform of the transfer function of FIG.7(a).

【図 8】

(a) は隣接するショット領域へ露光を行う場合のウエハの軌跡を示す図、(b) はレチクルの走査時のタイミングチャート、(c) はウエハの走査時のタイミングチャートである。

[FIG. 8]

(a) is a figure which shows the tracing of the wafer in the case of exposing to an adjoining shot_region, (b) is a timing chart at the time of the scan of a reticule, (c) is a timing chart at the time of the scan of a wafer.

【図 9】

(a) は露光位置制御法でレベルリング及びフォーカシングを行う場合の追従精度を示す図、(b) は先読み制御法でレベルリング及びフォーカシングを行う場合の追従精度を示す図である。

[FIG. 9]

(a) is a figure which shows the flattery accuracy in the case of performing leveling and a focusing by an exposure position-control method, (b) is a figure which shows the flattery accuracy in the case of performing leveling and a focusing by the controlling-forward-reading method.

【図 10】

(a) は露光位置制御法を使用した場合の曲がりパラメータに対する誤差パラメータ S の計算結果を示す図、(b) は先読み制御法を使用した場合の曲がりパラメータに対する誤差パラメータ S の計算結果を示す図である。

[FIG. 10]

(a) is a figure which shows the calculation result of the error parameter S with respect to the deflection parameter F at the time of using an exposure position-control method, (b) is a figure which shows the calculation result of the error parameter S with respect to the deflection parameter F at the time of using the controlling-forward-reading method.

【図 11】

(a) 及び (b) は先読み制御法における平均化効果の説明図、(c) 及び (d) は露光位置制御を行う場合のフォーカス面を示す図、(e) 及び (f) は先読み制御を行う場合のフォーカス面を示す図である。

[FIG. 11]

(a) And (b) is explanatory drawing of the balance effect in the controlling-forward-reading method, (c) And (d) is a figure which shows the focal surface in the case of performing exposure position control, (e) And (f) is a figure which shows the focal surface in the case of controlling forward reading.

【図 1 2】

(a) 及び (b) は露光位置制御を行う場合のフォーカス位置のサンプル点を示す平面図、(c) 及び (d) は完全先読み制御を行う場合のフォーカス位置のサンプル点を示す平面図、(e) 及び (f) は分割先読み制御を行う場合のフォーカス位置のサンプル点を示す平面図である。

[FIG. 12]

(a) And (b) is a top view which shows the sample point of view of the focal position in the case of performing exposure position control, (c) And (d) is a top view which shows the sample point of view of the focal position in the case of performing full control by forward reading, (e) And (f) is a top view which shows the sample point of view of the focal position in the case of controlling forward reading partition.

【図 1 3】(a) ～ (d) は完全先読み制御法で露光を行う場合の制御法の説明図、(e) ～ (h) は分割先読み制御法で露光を行う場合の制御法の説明図である。

[FIG. 13]

(a) - (d) is explanatory drawing of the method of controlling in the case of exposing by the perfect controlling-forward-reading method, (e)-(h) is explanatory drawing of the method of controlling in the case of exposing by the partition controlling-forward-reading method.

【図 1 4】

(a) は一括露光を行う場合のフォーカス誤差を示す図、(b) はスリットスキャン露光方式で露光を行う場合のフォーカス誤差を示す図である。

[FIG. 14]

(a) is a figure which shows the focal error in the case of exposing a package, (b) is a figure which shows the focal error in the case of exposing by a slit scan exposure system.

【図 1 5】

(a) は計測値の最大値と最小値とを用いてオートフォーカス制御を行う場合のフォーカス誤差を示す図、(b) は計測値の平均値を用いてオートフォーカスを行う場合のフォーカス誤差を示す図、(c) は時間遅れ誤差を示す図、(d) はサーボゲインの変化を示す図である。

[FIG. 15]

(a) is a figure which shows the focal error in the case of controlling an auto focusing using the maximum value and the minimum value of a measured value, (b) is a figure which shows the focal error in the case of performing an auto focusing using the average value of a measured value, (c) is a figure which shows a time-lag error, (d) is a figure which shows change of a servo gain.

【図 16】

スリット状の露光フィールドでウエハ上のショット領域への露光を行う状態を示す平面図である。

[FIG. 16]

It is the top view which shows the state of performing exposure to the shot_region on a wafer in a slit exposure field.

【図 17】

(a) はスキャン方向の応答周波数と非スキャン方向の応答周波数とを等しくしてレベリング制御を行った場合の曲がりパラメータFに対する誤差パラメータSの計算結果を示す図、(b) はスキャン方向の応答周波数を非スキャン方向の応答周波数より高くしてレベリング制御を行った場合の曲がりパラメータFに対する誤差パラメータSの計算結果を示す図である。

[FIG. 17]

(a) is a figure which shows the calculation result of the error parameter S with respect to the deflection parameter F at the time of making equal the response frequency of the scan direction, and the response frequency of the non-scanning direction, and controlling leveling, (b) is a figure which shows the calculation result of the error parameter S with respect to the deflection parameter F at the time of making the response frequency of the scan direction higher from the response frequency of the non-scanning direction, and controlling leveling.

【図 18】

(a) はフォーカス位置の平均値を用いてオートフォーカス制御を行う状態を示す図、(b) はフォーカス位置の最大値及び最小値の平均値を用いてオートフォーカス制御を行う状態を示す図である。

[FIG. 18]

(a) is a figure which shows the state of controlling an auto focusing using the average value of a focal position, (b) is a figure which shows the state of controlling an auto focusing using the maximum value of a focal position, and the average value of the minimum value.

【図 19】

(a) は図 17 (a) の状態において更に平均化処理でオートフォーカス制御を行った場合の曲がりパラメータFに対する誤差パラメータSの計算結果を示

[FIG. 19]

(a) is a figure which shows the calculation result of the error parameter S with respect to the deflection parameter F at the time of controlling an auto focusing by balance treatment further in the state of FIG.17(a), (b) is a figure which

す図、(b)は図17(b)の状態において更にフォーカス位置の最大値及び最小値の平均値を用いてオートフォーカス制御を行った場合の曲がりパラメータFに対する誤差パラメータSの計算結果を示す図である。

shows the calculation result of the error parameter S with respect to the deflection parameter F at the time of controlling an auto focusing using the maximum value of a focal position, and the average value of the minimum value in the state of FIG.17(b) further.

【図20】

従来のステッパーにおける多点フォーカス位置検出系を示す構成図である。

[FIG. 20]

It is the block diagram which shows the multipoint focus position detection system in the conventional stepper.

【図21】

(a)は図20において投影光学系による露光フィールドを含む領域に投影された2次元的なスリット状の開口パターン像を示す平面図、(b)は図20の多点フォーカス位置検出系のパターン形成板上の開口パターンを示す図、(c)は図20の受光器上の受光素子の配列を示す図である。

[FIG. 21]

(a) is a top view which shows the two-dimensional slit opening pattern image projected on the area which includes the exposure field by a projection optical system in FIG. 20, (b) is a figure which shows the opening pattern on the pattern form board forming of the multipoint focus position detection system of FIG. 20, (c) is a figure which shows the sequence of the light receiving element on the photodetector of FIG. 20.

【符号の説明】

2 ウエハY軸駆動ステージ
 4 Zレベリングステージ
 5 ウエハ
 8 投影光学系
 10 レチクルY駆動ステージ
 12 レチクル
 22A 主制御系
 24 スリット状の露光フィールド
 62A パターン形成板

[Description of Symbols]

2 Wafer Y-axis actuation stage
 4 Z leveling stage
 5 Wafer
 8 Projection optical system
 10 Reticule Y actuation stage
 12 Reticule
 22A Main-control group
 24 Slit exposure field
 62A Pattern form board forming
 69A Photodetector

69A 受光器

71A Signal-processing apparatus

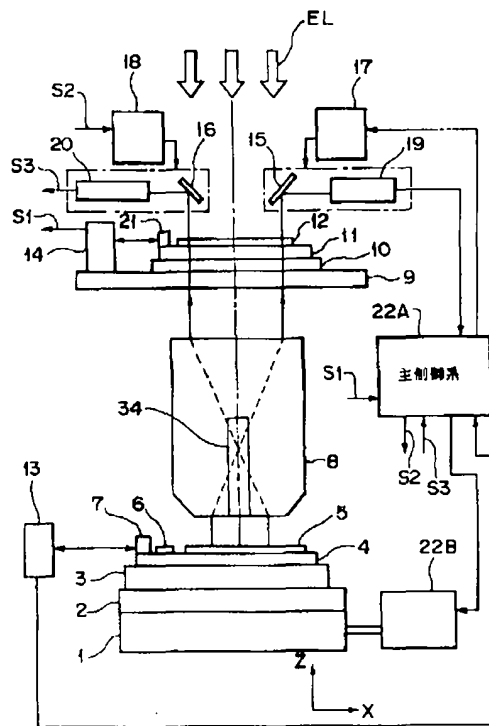
71A 信号処理装置

AF11-AF59 Measure point

AF11~AF59 計測点

【図1】

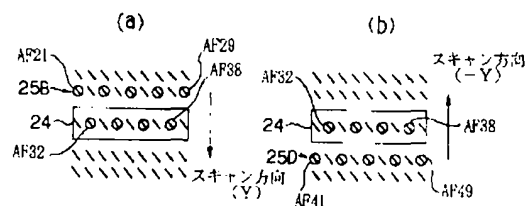
[FIG. 1]



22A: Main-control group

【図3】

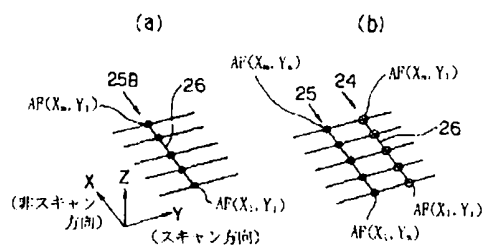
[FIG. 3]



The scanning direction (Y), The scanning
direction (-Y)

【図 4】

[FIG. 4]

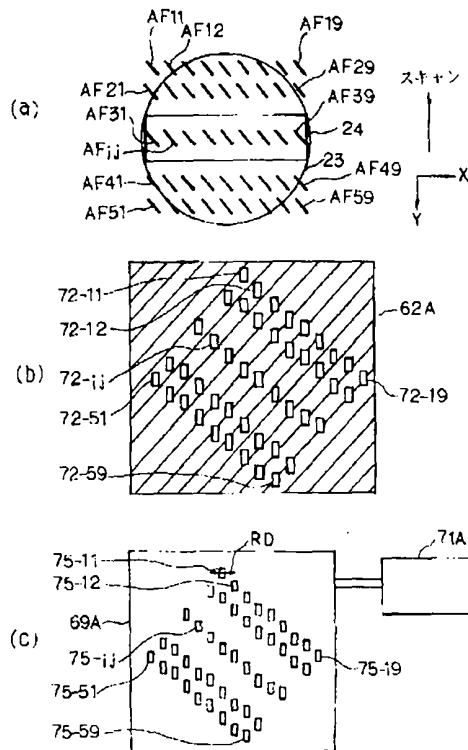


(The non-scanning direction)

(The scanning direction)

【図 2】

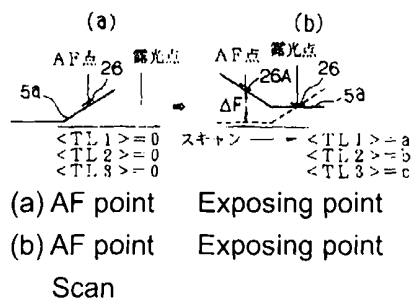
[FIG. 2]



Scan

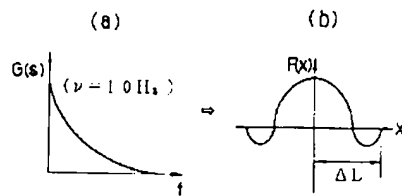
【図 6】

[FIG. 6]



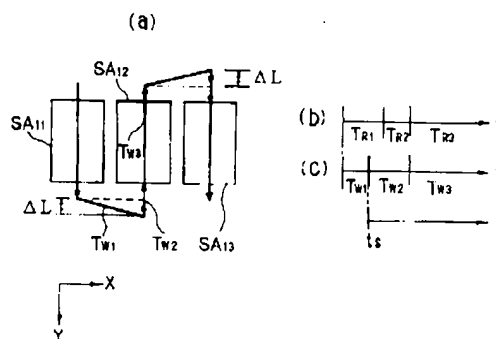
【図 7】

[FIG. 7]



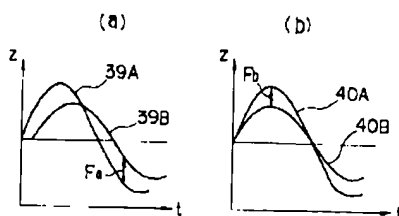
【図 8】

[FIG. 8]



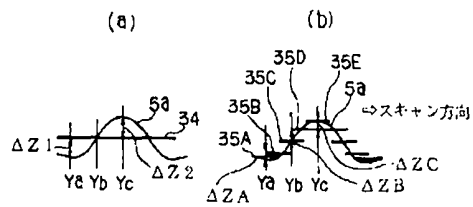
【図 9】

[FIG. 9]



【図 14】

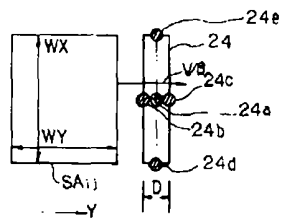
[FIG. 14]



The scanning direction

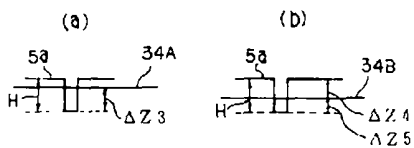
【図 16】

[FIG. 16]



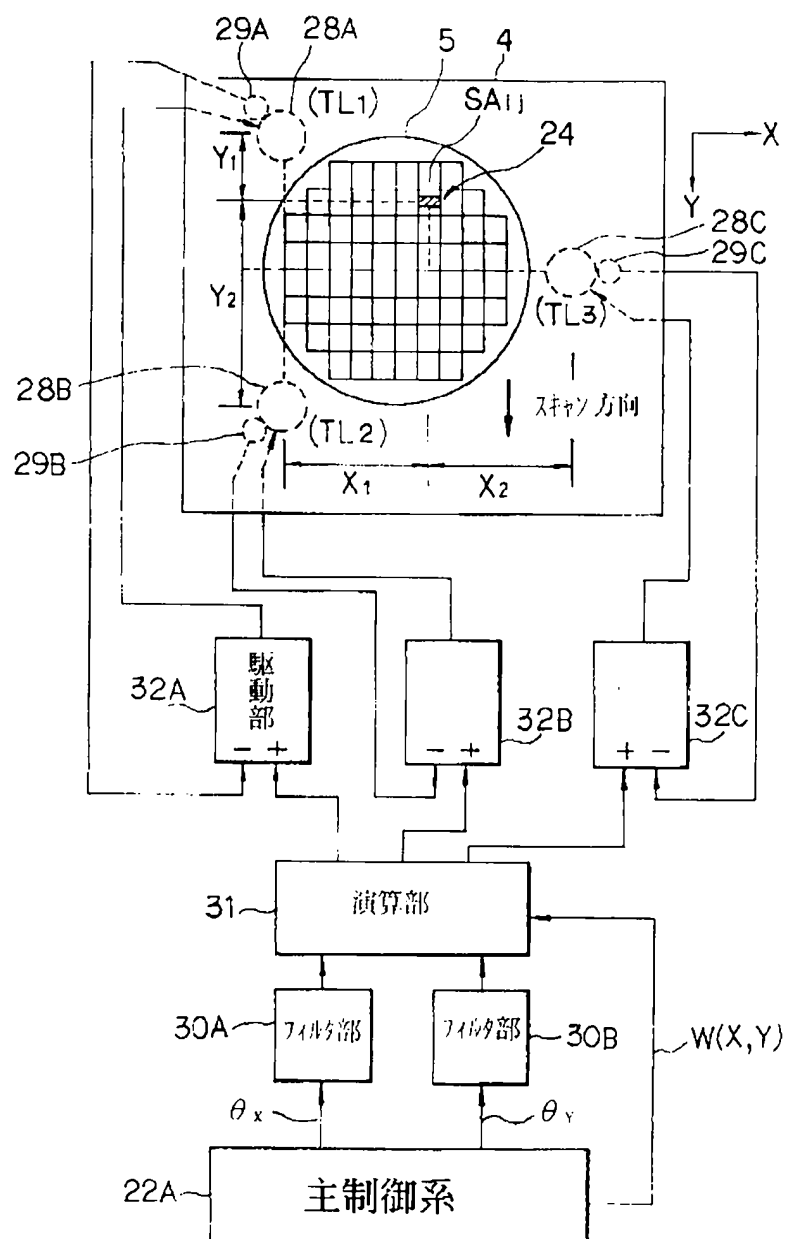
【図 18】

[FIG. 18]



【図 5】

[FIG. 5]



↓ scanning direction

32A: Drive part

31: Arithmetic_section

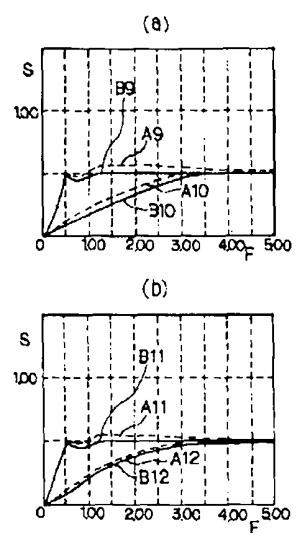
30A: Filter part

30B: Filter part

22A: Main-control group

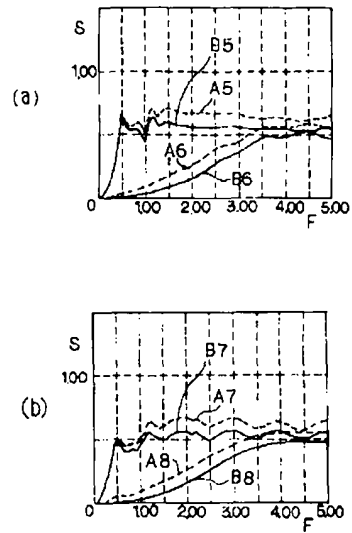
【図 10】

[FIG. 10]



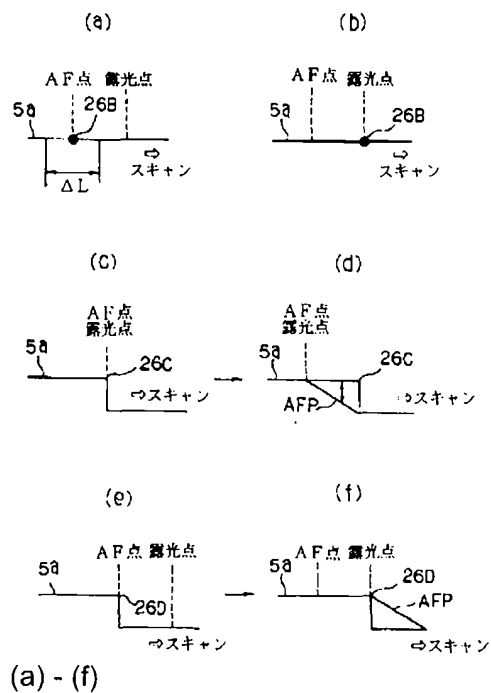
【図 19】

[FIG. 19]



【図 11】

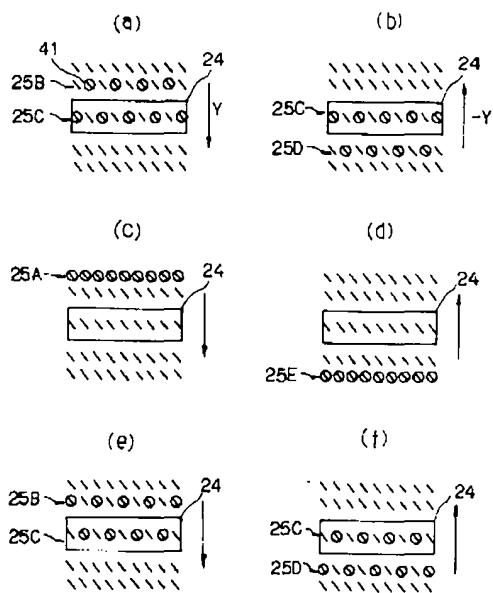
[FIG. 11]



AF point Exposing point
 Scan

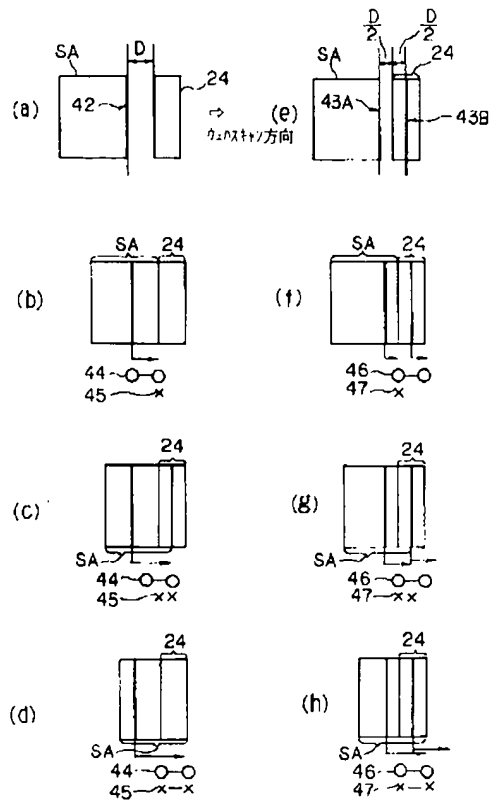
【図 12】

【FIG. 12】



【図 13】

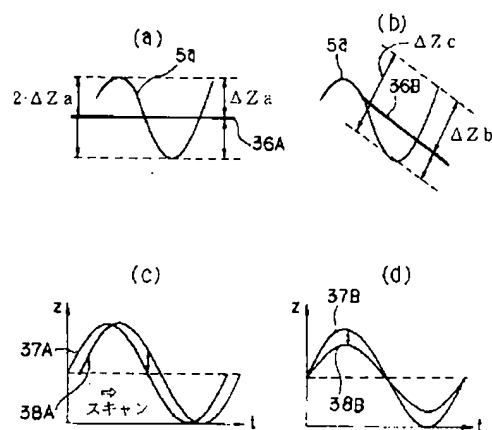
【FIG. 13】



The wafer scan direction

【図 15】

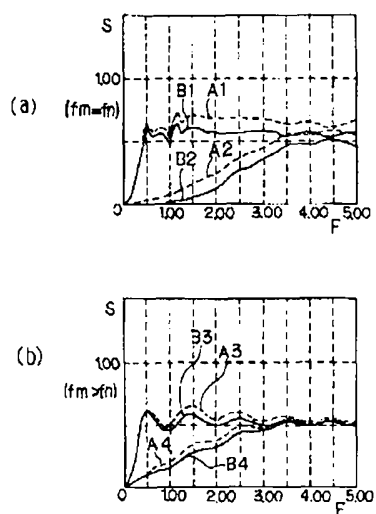
[FIG. 15]



Scan

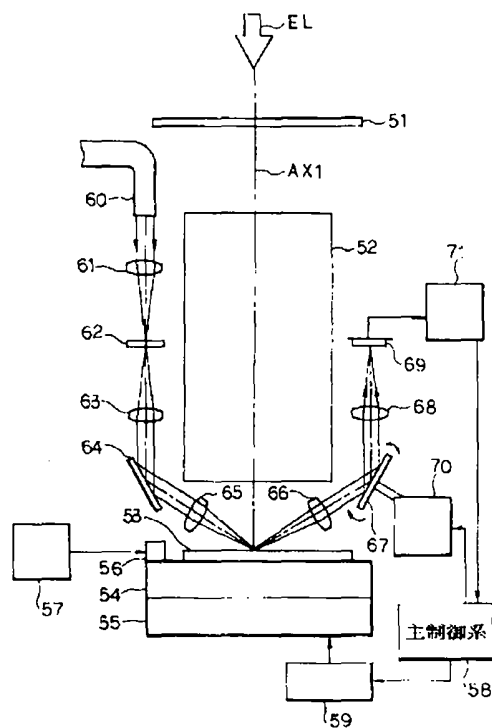
【図 17】

[FIG. 17]



【図 20】

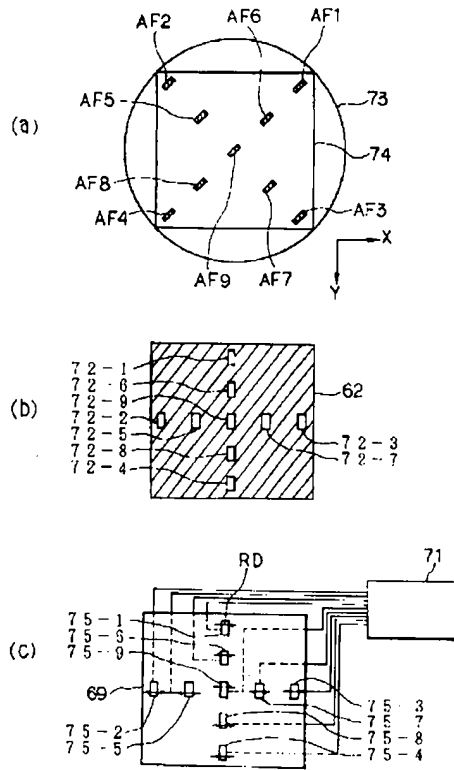
[FIG. 20]



58: Main-control group

【図 21】

[FIG. 21]





DERWENT TERMS AND CONDITIONS

Derwent shall not in any circumstances be liable or responsible for the completeness or accuracy of any Derwent translation and will not be liable for any direct, indirect, consequential or economic loss or loss of profit resulting directly or indirectly from the use of any translation by any customer.

Derwent Information Ltd. is part of The Thomson Corporation

Please visit our home page:

["WWW.DERWENT.CO.UK"](http://WWW.DERWENT.CO.UK) (English)

["WWW.DERWENT.CO.JP"](http://WWW.DERWENT.CO.JP) (Japanese)